## This Page Is Inserted by IFW Operations and is not a part of the Official Record

### **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

#### IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents will not correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

. 

#### PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11289296 A

(43) Date of publication of application: 19.10.99

(51) Int. CI

H04B 10/02

G02F 1/11

H04B 10/17

H04B 10/16

H04J 14/00

H04J 14/02

(21) Application number: 10090383

(22) Date of filing: 02.04.98

(71) Applicant:

**FUJITSU LTD** 

(72) Inventor:

**ONAKA HIROSHI** MIYATA HIDEYUKI **OTSUKA KAZUE** KAI TAKETAKA NAKAZAWA TADAO CHIKAMA TERUMI

(54) OPTICAL TRANSMISSION EQUIPMENT. OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND OPTICAL TERMINAL STATION

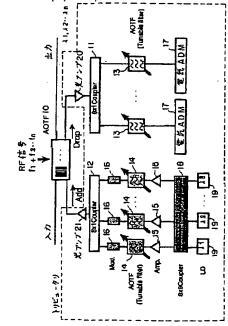
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical wavelength multiplex network using an AOTF and having high reliability and high cost performance and a device to be used for the network.

SOLUTION: In the case of constituting an OADM device in an OADM system, an AOTF 10 is used. The AOTF 10 can select an optional wavelength by changing the frequency of an RF signal to be impressed. The AOTF 10 can drop an optical signal of specific wavelength out of a wavelength multiplex optical signal inputted from an input or synthesize a wavelength multiplex signal inputted from an addport with a through optical signal. In practical device constitution, it is realistic to use the AOFT 10 only for drop while considering the incremerat of coherent crosstalk. Or in another method, a dropped optical signal is branched by a photocoupler, wavelength is selected by a tributary station and the wavelength selected by the tributary station is

extracted from a through optical signal by the AOTF 10.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



		•		,
-				
		,		
			·	

(11)特許出顧公開番号

				特開平	特開平11-289296	
				(43) 2	(43)公開日 平成11年(1999)10月19日	
(51) Int. C1.	臨別記号	争	<u>.</u>	٠		
H 0 4 B	10/02		H04B	00/6	2	
G 0 2 F	1/11		G 0 2 F		)	
H 0 4 B	10/11		H 0 4 B	00/6	-	
•	91/01				n ir	
H04J	14/00				ı	
	審査請求 未詳	審査請求 未請求 請求項の数43 01	10		(全60頁) 最終頁に続く	
(21)出廢番号	<b>特顏平10-90383</b>	383	(71) 出題人 00000523	000005223		

	1	ノはこれなが、なってい
特顏平10-90383	(71) 出願人	(71) 出願人 000005223
	<del>-</del>	富士通株式会社
平成10年(1998)4月2日		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
•		各
	(72) 発明者	尾中 第
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
		身 富士通株式会社内
	(72) 発明者	宮田 英之
		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁自1番1
	_	号 富士通株式会社内
	(74) 代理人	(74)代理人 弁理士 大菅 義之 (外1名)
	-	

(22) 山瀬日

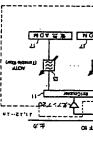
(54) 【発明の名称】光伝送装置、光伝送システム及び光端局

ーマンスの良い光波艮多直ネットワーク及びそのための 【陳題】AOTFを使用した髙頻性、及びコストパフォ 装置を提供する。

加するRF倡号の周波数を変えることによって、任意の 故長を選択することができる。 入力から入ってきた故長 【解決手段】OADMシステムにおいて、OADM装置 を構成する際、AOTF10を使用する。AOTFは印 多重光信号の中から特定の故長の光信号をドロップした り、アドポートから入力された被長多簠倡号をスルー光 ロストークが大きくなることを考えて、実際の装置構成 においては、AOTFをドロップ専用に使用することが 現実的である。あるいは、他の方法においては、ドロッ プ光信号は光カプラで分岐し、改長をトリピュータリ局 で選択するようにし、トリピュータリ局で選択された波 **信号と合政することができる。ただし、コヒーレントク** 

長をAOTFでスルー光信号から抽出するようにする。

AOTF ERVE DADM被罪の基本的原理を尽す囚



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

# [特許請求の範囲]

|請求項1| WDM通信システムにおいて、任意の改長 の光信号を分岐したり、挿入したりする光伝送装置であ

分岐・挿入すべき光信号のうち、一部の光信号について の分岐・挿入動作を行う第1の可変波長遺択フィルタ

第2の可変改長選択フィルタとの少なくとも2つの可変 分岐・挿入すべき光倡号について分岐・挿入動作を行う 前配第1の可変波長週択フィルタで選択されなかった、 **发長選択フィルタを備え、** 

復数の可変波長選択フィルタを用いて分岐・挿入すべき 光信号の全てを分岐または挿入することを特徴とする光 [請水項2] 前記第1及び第2の可変波長選択フィルタ は、表面弾性波の作用を利用した1個のAOTF、もし くは版AOTFを複数段カスケード接続したものである ことを特徴とする請求項1に記載の光伝送装置。

る故長と前記第2の可変故長選択フィルタで処理する故 【請求項3】 前記第1の可変波長選択フィルタで処理す 長が分岐・挿入されるべき光信号の波長を短波長側から 番号を付けたときの奇数番目と函数番目の政長に対応す る故長であることを特徴とする請求項1に記載の光伝送

では分岐の機能だけを持ち、挿入すべき光信号を第1及 び第2の可変故長選択フィルタを透過した透過光信号に 【開水項4】前記第1及び第2の可変波長選択フィルタ 光合液器を用いて合波させることを特徴とする請求項1 に配載の光伝送装置。

最終質に続く

[請求項5] 前記第1の可変改長選択フィルタで分岐さ れた光倡号と、前配第2の可変波長選択フィルタで分岐 された光信号とを合政する合波器を備えることを特徴と する群水項4に配載の光伝送装置。

6 |請求項6|| 前記第1の可変故長遺択フィルタの分岐光 ッテネータを持ち、これにより前配第1の可変故畏選択 に開盤するように構成されたことを特徴とする間求項5 を出力するポートと、前記第2の可変改長選択フィルタ フィルタの分岐光信号のパワーを前配第2の可変故長遺 の分岐光信号とを合政するための合政器の間に可変光ア 択フィルタの分岐光信号のパワーとほぼ同一になるよう に記載の光伝送装置

|請求項7||前配第1及び第2の可変被長選択フィルタ で分岐された光信号を合政する前配合政器の出力ポート に光スペクトルモニタを接続して、分岐された光信号の **育無・波長・パワーを監視することを特徴とする請求項** 5 に記載の光伝送装置。

及び第2の可変波長選択フィルタ内部を光信号が伝播す 【精水項8】 前記第1及び第2の可変波長選択フィルタ の分岐されない光信号を出力する透過ボートに前記第1

特開平11-289296

3

ことを特徴とする精水項1に配破の光伝送装置。

に入力する光信号のそれぞれの被長に対応するRF信号 の可変彼長遺択フィルタで分岐されない遊過光信号のパ ワーを調査することを特徴とする精水項2に配載の光伝 の印加パワーを開盤することにより、前配第1及び第2 【耕水項9】前配第1及び第2の可変波長選択フィルタ

器と山力伝送路の間とに光増幅器を備え、伝送路の損失 【開水項10】入力伝送路と舶配第1の可変被長選択フ イルタの聞と、挿入すべき光信号を合政する前配光合政 と前記光伝送装置の損失を補償することを特徴とする期 水項4に記載の光伝送装置。 9

によって光儁号が受けた分散を補償し、この分散補償器 【請水項11】入力伝送路と前記第1の可変波長選択フ 1ルタの間の光増幅器を、第1の光増幅器と分散補償器 と第2の光増幅器とから構成し、分散補償器では伝送路 の損失を第2の光増幅器で補償することを特徴とする請 水項10に配載の光伝送装置。

【開水項12】 前配第1または第2の光増幅器の入力部 あるいは出力節にカプラを備え、眩カプラによって分岐 故長・パワーを監視することを特徴とする開水項10又 された分岐光をモニタすることにより、光信号の有無 は11に記載の光伝送装置。 20

[請求項13] 前配第1の可変波長違択フィルタの前段 に分波器を持ち、旅分波器により伝送されてきた光信号 の一部を分岐して、分岐された光倡号を受信する端局に 送信し、削配第1及び第2の可変波長週択フィルタは次 段のノードに伝送すべき光信号をスルー光信号として透 過ポートに出力し、改段のノードに伝送すべきでない信 号を分岐光信号として遺択ポートに出力することを特徴 とする請求項4に記載の光伝送装置。 ಜ

及び第2の可変故長選択フィルタに接続し、他の一方の ポートが予備の第1及び第2の可変改長遺択フィルタに 【請求項14】 前配第1の可変波長遊択フィルタの前段 ×2光スイッチのポートの一方が通常使用する前配第1 ルタに降費が生じた時にも抜1×2光スイッチを切り替 えて予備の第1及び第2の可変改長退択フィルタを使用 して伝送を行うことを特徴とする制水項4に記載の光伝 と前記光合政器の後段に1×2光スイッチを備え、核1 接続し、通常使用する第1及び第2の可変改長選択フィ

[請水項15] 前配第1の可変改長選択フィルタの前段 ッチのポートの一方が通常使用する伝送路に接続し、他 伝送路に降雪が生じたときにも版 1×2光スイッチを切 と前記光合政器の後段に1×2光スイッチを備え、スイ の一方のポートが予備の伝送路に接続し、通常使用する り替えることにより予備の伝送路を使用して伝送を行う ことを特徴とする静水項4に記載の光伝送装置。

【請求項16】 挿入されるべき光信号が伝送されて来て ることによって生じる偏波分散を打ち消す手段を備える 50 いない場合にも、前記第1及び第2の可変改長選択フィ

岐した光信号を受信し、挿入すべき光信号を放光伝送装 【開水項17】WDM光通信システムにおいて、分岐及 び仰入すべき光偕号を分岐・仰入する光伝送装置から分 **聞に伝送する光端周であった。**  所定の彼長の光信号を、所留の数だけ合彼し、挿入すべ き光信号として前配光伝送装置へ伝送する光合波器を備 えることを特徴とする光端周。

え、伝送路の分散を最適に補償することを特徴とする制 [開水項18] 前記光合波器の後段に分散補償器を備 **東項17に配做の光焰局。** 

る複数の光矾を備え、筋複数の光矾の出力光を合破する 【酌水項19】 伝送に用いるすべての信号波長に対応す

**以合政器による損失を補償する光増幅器と、** 

伝送に用いる最大の個号波異数を最大とする所望の数ま で光を分波する分波器と、 **嵌分波器により分波されたそれぞれの光について、所定** の光波長を遺択する光可変フィルタと、

核型択された光に変勵信号を印加することで任意数任意 改長の光信号を生成し、前配光伝送装置に仰入すべき光 信号として伝送する手段と、を備えることを特徴とする 開水項17に配載の光端周

数層に伝送する光端周とからなる光伝送システムにおい 妓された光倡母を受信し、挿入すべき光倡号を販光伝送 [開水項20] 伝送路から伝送されてきた波畏多頂光信 母のうち、所定の波長の光信号を分岐し、対応する波長 の光信号を挿入する光伝送装置と、舷光伝送装置から分

財光伝送装置で分岐された光信号を必要に応じて増幅す る光焰幅器と

膜光信号を所留の数までパワー分岐する光分波器と、 **放光分波器の出力のそれぞれに光フィルタとを備え、** 

前配光端周は所定の光波長の信号を避択して受信するこ とを特徴とする光伝送システム。

フィルタとし、前配光端局で任意の波長の光信号を選択 【梢水項21】 前紀分波器の出力のそれぞれに備える光 して受信することを特徴とする肋水項20に配娘の光伝 フィルタを、選択彼長を可変とすることのできる可変光

オシステム。

【講來項22】分波器の出力に備える可変光フィルタと して、1個のAOTF、もしくは版AOTFを複数段に カスケード接続したものを使用したことを特徴とする腑 水項21に配破の光伝送システム。

2 身を分岐するための波長選択フィルタへの制御信号の印 カポートにモニタ用の分岐ポートを設け、光倡号の有無 【精水項23】 前配光伝送装置において、伝送路への出 **波長・パワーを監視すると同時に、所留の波長の光信** 

加パワーを胸盤し、及び、光端局での挿入すべき光信号 を増幅する光増幅器の出力パワーを開整する制御手段を 前記制御手段は、モニタしている光信号の内の最小の信 **导パワーを有する彼長の光信号のパワーに他の故長の光** 信号のパワーを一致させるように制御することによりそ **れぞれの光信号の伝送路出力パワーをほぼ一定に保っこ** とを特徴とする請求項20に配載の光伝送システム。

【酢水頃24】AOTF通過後の光周波数と光パワーを **逐깑モニタする光スペクトルモニタを備え、骸AOTF** を駆動するRF周政数とRFパワーにフィードバックを 故畏と光パワーになるように制御を行うことを特徴とす かけることで、分岐・挿入される光信号が常に最適な光 る請水項2に配載の光伝送装置。

【精水項25】 眩AOTFの動作温度にフィードバック をかける温度制御回路を備え、

べき光信号が常に最適な光政畏と光パワーとすることを **放光スペクトルモニタによる版AOTF通過後の光信号** の故長及びパワーを逐次モニタした結果を用いて、眩温 度制御回路が核AOTFを制御して、分岐・挿入される 特徴とする開水項24に配載の光伝送装置。 8

【前水項26】上りと下りの2システム分もしくは複数 使用する構成を持ったことを特徴とする請求項24に配 用いて 1 台の光スペクトルモニタへの入力を切り替えて の箇所の光スペクトルをモニタするために光スイッチを

【開水項27】AOTFによって選択された選択光を光 なるようにAOTFに印加するRF周波数もしくはRF TFの特性変動に追従可能なように構成されたことを特 カプラを用いて分岐し、フォトディテクタで光パワーを モニタし、常にフォトディテクタの受光パワーが最大に パワーを制御し、光波長、光パワーの変動あるいはAO **散とする鞘水項2に記載の光伝送装置。** 

ဓ္က

[静水頃28] フォトディテクタで受光する際に光政長 の中心位置を判別するため、あるいは最適RFパワーを 判別するために、RF周波数に低周波重畳をかけること を特徴とする精水項27に配敏の光伝送装置。

【請求項29】伝送路から光信号を分岐、あるいは伝送 路へ光信号を挿入する光伝送装置と、販光伝送装置から 光倩号を送信する娼局とからなる光ネットワークにおい 分岐された光信号を受信し、眩光伝送装置に挿入すべき

40

眩蟷扇の受信側の 1 眩避択用 A O T F に所定のR F 周波 数を印加し、眩1破選択用AOTFが安定化したことを 確認した後に、販光伝送装置の分岐・挿入用AOTFに 所定のRF周波数を印加して所定の光倡号を分岐し、光 スペクトルモニタで所定の光信号が分岐されたことを確 路した後、眩蟷局の1 故挿入用AOTFに所定のRF周 **改数を印加し、1 改挿入用AOTFの動作が安定し、且** つ、光スペクトルモニタで監視した挿入すべき光倡号が

所定の光波長と光パワーになるように制御した後に、腋 **端局の光送信器を駆動するシーケンス処理を有すること** を特徴とする光伝送システム。

するかしないかに関わらず、スルーさせるとき以外は常 しないことで、伝送路中のASEを削減し、パスなし状 筋を作り出すことを特徴とする精水項29に配載の光伝 |開水項30| 販光伝送装置では、光信号を分岐、挿入 き、眩端局では、1嵌分岐用AOTFにRF債号を印加 にAOTFにRF信号を印加して光信号を分岐してお

ときに分岐・挿入用AOTFに印加する各RF伯号に微 で、分岐された光個号を受信しないことにより、伝送路 [崩水項31] 各波長の光信号間にレベル楚が発生して いる場合は、敗光伝送装置では、光信号をスルーさせる や光増幅中継器、光デバイスで生じた各政長間のレベル **競を補正することを特徴とする開水項29に配収の光伝** 弱なパワー蓋を付けてレベル競分を分岐し、眩臨局で は、1波分岐用AOTFはRF借号を印加しないこと

[請求項32] 前記光伝送装置では、光信号を分岐、挿 **入するかしないか、及び、波長間レベル整補償するしな** いに関わらず、分岐・挿入用AOTFに印加するRF俳 **号のトータルパワーを一定にするために、RF信号の印** 加が必要ないスルー状態の場合でも、運用中の光信号の 故長帯域から十分外れた場所でRF債号を印加しつろけ ることを特徴とする請求項31に記載の光伝送システ [請求項33] RF債身をオンする際に、伝送路中に股 けられる光増幅器で危敵な光サージを発生させないため にRF債号を所定のパワーまで段階的に立ち上げていく RF発展器を備えることを特徴とする酢水項29に配載 の光伝送システム。

【開水項34】RF借号制御回路内にROMを持ち、分 岐時に前配光伝送装置内のAOTFに印加するRF信号 [開水項35] 1故以上の光故長に送信信号を光強度変 のデータ、スル一時のRF信号データなど複数のRF信 号の印加状態を蓄積しておき、ROMのデータを用いて RF発振器の散定値を変更することで、瞬時に所定のR F周波数とパワーを印加することが可能な構成を持った ことを特徴とする開水項29に配飯の光伝送システム。

び、販光伝送装置に伝送路途中に伝送信号光の分岐、挿 開して送出し、光増幅各中継伝送する光伝送装置、およ 年段を有し、眩送信器は、伝送路で破形が広がるような 常器の間に伝送路の改長分散特性を補償する分散補償率 送信部で送信光に光位相変調もしくは光周波数変調する チャーピングを行い、送信器と伝送路の間、伝送路と受 入機能を持つノードを有した光伝送システムにおいて、 段を配置したことを特徴とする光伝送システム。

げれかに伝送路の被異分散特性を補償する分散補償手段 【請求項36】各中継スパン毎あるいは、ノード毎のい

20

特別平11-289296

€

を配置したことを特徴とする開水項35に配載の光伝送

間の伝送路の分散量に応じて散定することを特徴とする 【静水項37】各中株スパン毎あるいはノード毎のいず れかに配置する分散補償手段の各分散補償量は分散補償 請求項3日に配載の光伝送システム。

とを特徴とする開水項36~37のいずれか1つに記載 [請求項38] 政長分散値が正である伝送路を有するこ の光伝送システム。

【精水項39】 送信節で送信光に光位和変調もしくは光 周波数変調する手段のチャーピングパラメータが+1近 傍である送信器を有することを特徴とする腓状項35~ 37のいずれか1つに記載の光伝送システム。 2

[朝水頃40] 送信器と伝送路の間、伝送路と受信器の 明に配置した分散補償品を伝送ルートに応じて変化させ る機能を持つ分散補償年段を有することを特徴とする制 申項35~37のいずれか1つに配做の光伝送システ

【開水項41】 伝送ルートに応じて分散補償 監を変化さ せる分散補償手段を有することを特徴とする請求項35 に配載の光伝送システム。

ຊ

[耕水項42] 前配分散補償手段は、分散補償虽の異な 伝送されてきた光信号を所留の分散補償器に通過させる る、あるいは、分散補償盘の同じ複数の分散補償器と、 光切り替え手段と、

ることにより、光信号が受けた分散補償盘に応じて吸適 な分散補償を行うことを特徴とする開水項35に配載の **災光信号が通過する分散補償器の組み合わせを切り替え** 光伝送システム。 [請求項43] 数面弾性被の作用を使って所留の彼長の 光信号を改長各重光信号の中から選択分岐、あるいは選 **尺値入するAOTFにおいて、** 

版AOTFの形成されている基板の表面であって、AO TFの近傍に共振器を形成し、

核共振器の共振周波数の変化を傾加することにより、放 AOTFの数面温度を計測し、放計測結果に基づいてR F借号を制御して、嵌AOTFの動作を安定化させるこ とを特徴とするAOTF削御装置。

[発明の詳細な説明]

[発明の興する技術分野] 本発明は、波長分割多皿光ネ ットワークに関する。 [0000]

[0002]

[従来の技術] 将来のマルチメディアネットワークを目 皆し、さらなる超長距離・大容量の光通信システム、ま た、これを用いた光波ネットワークの構築が要求され研 究開発が盛んに行われている。

て、時分割多瓜(Time-Division Multiplexing : TD [0003]これまでに大容量化を実現する力式とし

M) 方式、光領域での時分割多重 (Optical Time-Divi sionMultiplexing:OTDM)方式、波長分割多簋(Wa velength-Division Multiplexing : WDM) 方式等の 研究が行われている。

イバの広帯域・大容盘性を有効利用でき、さらに光合分 嵌器(光フィルタ)を用いることにより変闘方式・速度 によらず伝送光信号を選択・分岐・挿入可能となり上記 |0004| これらの方式の中で、WDM方式は光ファ 光波ネットワークの機能を実現できる。

[0005] すなわち、光波ネットワークではネットワ Drop Multiplexer:ADM)、伝送路を選択する 光ルーディング、クロスコネクトを行う機能を持つ必要 −ク上の各ノードで必要に応じて分岐・挿入(A d d/

【0006】光信号の分岐・挿入を行うための装置とし の改長が固定されている改長固定型と任意の改長の光信 光ADD/DROP装置には、分岐・挿入を行う光信号 では、光ADD/DROP装置が研究開発されている。 号を分岐・挿入できる任意波畏型とがある。

【0007】 故長固定型は、例えば、サーキュレータと ものである。挿入する場合には、挿入しようとする光倡 **号をサーキュレータで-且ファイバグレーティングに送** しまうために、光彼ネットワークに対する多くの要求に ファイパグレーティングとからなっており、伝送されて きた光信号のうち特定の故長の光信号をファイバグレー ティングで反射して、サーキュレータを用いて分岐する **挿入する光信号の波長がシステムの構築時に決定されて** [0009] これに対し、任意波長型は分岐・挿入する 光信号の波長をシステム構築後においても遠隔操作で変 【0008】このような故長固定型においては、分岐・ **ル)を変えたいという要求にも容易に対応することがで** り、ファイパグレーティングで特定の改長が反射され、 対し十分に対応することができないという問題がある。 えることができるので、分岐・挿入する波長 (チャネ 伝送路を直進してきた光信号と合故するものである。

49 (OADM) 装置の構成の一例を示した図である。故長 1.1~1.nの故長多重光は入力傾からデマルチプレクサ 5. 各政長の光信号は、各政長毎に取けられた2×2光 スイッチに入力される。2×2光スイッチは、光路を切 り替えることによって、各光倡号を、直進させるか(ス (DMUX) に入力され、各政長の光信号に分岐され [0010] 図57は、光スイッチを用いた光ADM ルーさせるか)、ドロップさせるかする。

は、トリビュータリ扇に送られる。トリビュータリ局で 50 [0011] 2×2光スイッチでドロップされた光信号 は、トリピュータリ局(ブランチ局)に送信される。2. プレクサに入力され、故長多重光に多重されて出力され ×2光スイッチをスルーした光信号は、そのままマルチ 2×2光スイッチによってドロップされた光信号

ルタが散けられており、合分波器で分岐された光信号の 後、各チャネル毎に散けられる光受信器ORに光信号を 図示されていないが、光受信器ORには、彼長選択フィ **供給するため、合液した光信号を分岐する。同図には、** ドロップされた光信号を合分波器で一旦合波した 中から所留の故長の光信号を選択して受信する。

[0012] このように、OADM装置で被長多重され た光信号を各政長の光信号に分波してからそれぞれを光 スイッチでドロップすることにより、所留の故長の光信 号をドロップすることが出来る。トリピュータリ局側で を受信することが出来る。特に、ドロップされる改長が は、ドロップされた光倡号のうち所望の波長を選択して 受債することにより、所留の改長 (チャネル) の光信号 故長選択フィルタとして、選択改長が可変のものを使用 異なる場合を考えると、光受信器ORの前に散けられる すれば、例えば、1番の光受信器で受信する光信号の波 長を自由に変えることが出来る。

れたものは、電気信号で、アド・ドロップ処理を行う電 気ADM (E ADM) で処理される。また、E AD Mからは、トリビュータリ局から送信すべき信号が出力 れる。同図に示される、トリピュータリ周の各光送信器 [0013] 光受信器ORで光信号を電気信号に変換さ され、光送信器OSによって光信号に変換されて送出さ OSの出力する光信号の改長は、OADM装置でドロッ プされた波長の内のいずれかを用いるようにし、光スイ ッチに入力される。光スイッチでは、光送俏局OSから 送信されてくる光信号の光路を切り替えて、ドロップ処 理を行っている2×2光スイッチに、対応する波長の光 **信号を送るようにしている。ドロップ処理を行っている** 各2×2光スイッチでは、ドロップした光信号の波長と 同じ波長の光信号をトリピュータリ局から受け取り、マ ルチプレクサMUXに送信する。このようにして、トリ ビュータリ局から送信されてきた光信号は、OADM装 置をスルーする光信号とマルチプレクサMUX で合設さ **た、波長多重光信号として出力される。** 

**長置としては、上記のように、光スイッチを使ったもの** がオーソドックスな方式として考えられるが、装置とし [発明が解決しようとする課題] 任意波長型のOADM て、動作が重いという問題点がある。また、光ネットワ 一クを構築当初に最大多重故長数よりも少ない故長数で プレクサが必要のない、出力及び入力ポートを有してい しない光スイッチを有していることになり、初期投資の システムを運用する場合に、マルチブレクサ、デマルチ ることになり、無駄な構成を有していることになる。ま た、2×2光スイッチを始めから備える場合には、使用 増大を招く。

プレクサがパンドパスフィルタのような特性を各政長の [0015] さらに、上記の方式では、光信号をマルチ プレクサで各政長の光信号に分岐しているので、マルチ

**光信号に対して持つことになる。このようなパンドパス** のパスパンドが各波長について非常に狭くなってしまう と言う問題がある。従って、この問題を避けようとすれ ば、各光装置のパスパンドを厳密に一致させる必要があ り、システムの設計及び設置作業が非常にシピアになっ パスパンドの値かなずれが累積し、システム全体として フィルタのような特性のデバイスを直列に接続すると、

で、彼長成分で見るとサイドバンドが生じている。この ような光信号が、パスパンドの非常に狭くなったシステ ムを伝播すると、故形劣化を起こし、光信号を受信側で 受信できなくなる可能性がある。最悪の場合には、シス [0016]また、光信号は、AM変弱されているの テムを光倩号が伝播できないという事態も生じうる。

[0017] このような問題は、全ての波長をマルチブ パグレーティングを使用する場合には、ドロップする波 アイパグレーティングの特性はフラットであるので、上 記のようにシステム全体に渡ってのパスパンドが狭くな レクサのようなもので一旦分扱する構成を採用すること 長の光信号のみが抜き取られ、他の故畏成分に対するフ によって起こる。従って、固定嵌長型のように、ファイ ってしまうという問題は生じない。

パグレーティング自体は、選択波長が固定されているの で、任意波長型のOADM装置を構成する場合には、波 長数分のファイパグレーティングと、それぞれのファイ パグレーティングに対して散けられる光スイッチとが必 要となる。これでは、やはり、装置として動作が重くな [0018] 従って、ファイパグレーティングを使用し てOADM装置を構成することが考えられるが、ファイ

み合わせなければならないと言う問題がある。 このよう [0019]また、OADM装置は、電気のADM装置 と組み合わせて信号を処理する必要があるので、電気A コストが大きくなってしまう。従って、用意すべき電気 A D M 装置のコストとO A D M 装置のコストの合計がで 【0020】また、今日の波長多重数を増加しようとい う要求に対し、例えば、32政分の故長を扱うためのマ トリクススイッチが現在存在せず、小さなスイッチを組 にすると、スイッチが非常に大きくなってしまい。装置 DM装置を始めから政長数分だけ用意しておくのでは、 きるだけ小さくなるように構成しなければならない。 の小型化を推進する上で障害となる。

しまうという問題が無い。また、ファイバグレーティン 音響光学チューナブルフィルタ(Acousto-Optic Tunab AOTFは、ファイバグレーティングのように、ドロッ プする波長の光のみ抽出するという動作をするので、ス ルーする光信号に対する波長特性はフラットであり、上 配したような、パスパンドがシステム全体で狭くなって [0021] 上記のような問題を解決する方法として、 le Filter; AOTF)を使用することが考えられる。

グと異なり、ドロップする波長を任意に選択可能である 用できるため、透過故長固定型のパンドパスフィルタの ので、容易に任意波長型OADM装置を構成することが できる。また、AOTFは波長選択フィルタとしても使 特閒平11-289296

9

**代わりに、トリピュータリ局の故長選択フィルタとして** しかもコスト的にも有利であり、OADMシステムを構 [0022] 本発明の瞑題は、AOTFを使用した信頼 6使用可能であり、非常に用途の広いデバイスである。 験するのに適したデバイスである。

性、及びコストパフォーマンスの良い光改長多重ネット ワーク及びそのための装置を提供することである。 [0023]

WDM通信システムにおいて、任意の改長の光倡号を分 ・挿入動作を行う第1の可変改長選択フィルタと、前記 第1の可変波長選択フィルタで選択されなかった、分岐 ・ 構入すべき光信号について分岐・ 構入助作を行う第2 の可変波長選択フィルタとの少なくとも2つの可変波長 **選択フィルタを備え、複数の可変波長選択フィルタを用 挿入すべき光倡号のうち、一郎の光倡号についての分岐** いて分岐・挿入すべき光信号の全てを分岐または挿入す 岐したり、挿入したりする光伝送装儲であって、分岐・ [課題を解決するための手段] 本発明の光伝送装置は、 ることを特徴とする。

【0024】本発明の光端局は、WDM光通信システム 光伝送装置から分岐した光信号を受信し、挿入すべき光 信号を該光伝送装置に伝送する光端局であって、所定の 故長の光倡号を、所留の数だけ合政し、挿入すべき光信 において、分岐及び挿入すべき光倡号を分岐・挿入する **身として前配光伝送装置へ伝送する光合波器を備えるこ** とを特徴とする。

【0025】本発明の光伝送システムは、伝送路から伝 号を分岐し、対応する故長の光倡号を挿入する光伝送装 入すべき光信号を販光伝送装置に伝送する光端局とから なる光伝送システムにおいて、該光伝送装置で分岐され た光俳号を必要に応じて増幅する光増幅器と、放光俳号 送されてきた波長多重光信号のうち、所定の波長の光信 置と、膝光伝送装置から分岐された光俏号を受信し、挿 を所留の数までパワー分岐する光分散器と、眩光分散器 の出力のそれぞれに光フィルタとを備え、前記光端局は 所定の光波長の信号を避択して受信することを特徴とす

[0026] 本発明の他の側面の光伝送システムは、伝 送路から光信号を分岐、あるいは伝送路へ光信号を挿入 する光伝送装置と、鰒光伝送装置から分岐された光信号 を受信し、販光伝送装置に挿入すべき光信号を送信する 端局とからなる光ネットワークにおいて、眩蟷局の受信 期の1波選択用AOTFに所定のRF周波数を印加し、

周波数を印加して所定の光倡号を分岐し、光スペクトル に、眩光伝送装置の分岐・挿入用AOTFに所定のRF **核1 故選択用AOTFが安定化したことを砲器した後** 

し、1故挿入用AOTFの助作が安定し、且つ、光スペ **艮と光パワーになるように制御した後に、眩蟷局の光送 間器を駆動するシーケンス処理を有することを特徴とす 炫端局の1设挿入用AOTFに所定のRF周波数を印加** クトルモニタで監視した個人すべき光信号が所定の光波 モニタで所定の光信号が分岐されたことを確認した後、

送出し、光増幅多中様伝送する光伝送装置、および、核 [0027] 本発明の更に他の側面における光伝送シス テムは、1 彼以上の光波長に送信信号を光強度変調して 光伝送装置に伝送路途中に伝送信号光の分岐、挿入機能 を持つノードを有した光伝送システムにおいて、送信部 で送信光に光位相変調もしくは光周波数変調する手段を 信器の間に伝送路の波長分散特性を補償する分散補償手 **有し、眩変闘手段のチャーピングパラメータの符号が正** である送信器を有し、送信器と伝送路の間、伝送路と受 段を配置したことを特徴とする。

中から選択分岐、あるいは選択挿入するAOTFにおい の作用を使って所望の波異の光信号を波異多皿光信号の [0028] 本発明のAOTF制御装置は、設面弾性波 AOTFの近傍に共振器を形成し、放共短器の共振周波 数の変化を検出することにより、版AOTFの姿面温度 て、版AOTFの形成されている基板の装面であって、 を計測し、放計測結果に基づいてRF信号を制御して、 版AOTFの助作を安定化させることを特徴とする。

髙頓性の高い、OADMシステムを構成することができ [0029] 本発明によれば、任意の波畏を印加する電 気信号の周波数を変えることで、選択することができる AOTFをアド・ドロップシステムに使用したことによ り、システムを構成する回路の動作が軽くなり、安価で

30

【発明の英施の形態】図1は、AOTFを用いたOAD 8 波がアド・ドロップされる場合を示している。 もちろ ん、アド・ドロップする被長の数はこれに限られたもの M装曜の基本的原理を示す図である。 同図では、AOT F10に波畏11~1nの波畏多蛍光信号が入力され、 ではない。

ップしたい彼長に対応するRF信号(電気信号)を印加 る。そして、AOTF10には、波長11~1nに対応 する周波数!1~inまでのRF倩母のうち、8つが印 [0031] AOTF10による光波長の選択は、ドロ は、故長よ1~よぃの故長各田光信号が入力されてい することによって行う。同図の場合、AOTF10に 加される。

8×1構成となっているのは、ドロップされる波長数が [0032] AOTF10に印加されたRF信号の周波 数に対応する波長の光信号は、AOTF10のドロップ 後、8×1カプラ11に入力される。ここで、カプラが ポートに出力され、光アンプ20によって増幅された

プされてきた光俳号を改長の数だけ分岐する。分岐され ルタとしてAOTF13が散けられており、電気ADM た各光倡号はすべて同じ光倡号であり、ドロップされた 8となっているからである。8×1カプラ11はドロッ 政長の光信号をすべて含んでいる。次に、政長選択フィ (光倡母受債器) 17に各波長の光信号が送信される。

俳号と同じ波長の光倩号をアドすることができる。これ 作を行っている時には、同時に同じ波畏の光信号をアド **身をドロップするだけではなく、ドロップした故長の光** は、AOTF10がある改長の光信号をドロップする助 遊数のRF信号をAOTF10に印加しているだけで良 [0033] 一方、AOTF10は、所留の波長の光信 ドロップあるいはアドしたい故長の光信号に対応する周 **する作用を有しているからである。RF信号としては、** 

ら出力される故長11~18の光は8×8カプラ18で [0034] アドする光信号は、同図の左側の構成によ は、アドすべき光信号の被長を有するLD19がアドす る光信号の数だけ散けられており、これらのLD19か プ15によって増幅され、故長選択フィルタとしてのA へ18が多重された光から光信号送出に使いたい被長の って生成される。光顔となるレーザダイオードLD19 一旦合設された後、分岐される。分岐された光は光アン OTF14に入力される。AOTF14では、改長11 うにして生成された各波長の光信号は、8×1カプラ1 Oに入力される。AOTF10では、アド光信号がスル 変調器 1 6 によって変調され、光角号とされる。このよ 2で合放され、光アンプ21で増幅されて、AOTF1 光を抽出する。AOTF14で抽出された波長の光は、 一光に合波され、出力側に出力される。

に出力される。アド光とドロップ光とは波長が同じであ DMの機能を違成することができる。ただし、実際のA OTFの特性は、上配原理で説明したような理想的なも のでないので、様々な工夫を必要とする。例えば、AO TF10のアドポートから入力されるアド光信号は、A OTF10のクロストークの為、ドロップポートに僅か るので、コヒーレントクロストークと呼ばれるクロスト **ークが生じ、光信号の劣化に大きな影響を与える。従っ** 原理的には、このAOTF10を1つ使うだけで、OA て、実際にAOTFを使ってOADM装置を構成する場 合には、このコヒーレントクロストークを避けるように [0-035] このように、AOTF10を使用すれば、 構成しなくてはならない。

プしない場合には、光アンプ21をとめておくか、AO 光アンプを助作させておくと、光信号をアドしないにも 【0036】なお、AOTF10で彼長をTド・ドロッ かかわらず、ASE(Amplified Spontaneous Emissi on) 光がノイズとしてスルー光値号に加えられてしまう ので、SN比の劣化を起こすためである。あるいは、A TF10の選択帯域をはずすようにしておく。これは、

OTF10の選択帯域をはずしておけば、ASEがスル 一光信号の帯域外に挿入されることになるので、スルー 光信号のSN比の劣化には直接には影響しなくすること が出来る。図2は、実際のAOTFを使用してOADM 装置を構成する場合の基本的構成例のプロック図であ

曾幅され、1段目のAOTF31に入力される。1段目 の一部のみをドロップする。そして、1段目のAOTF らドロップされた光値号のレベルをほぼ同じにしてカブ ラ35に入力するように構成される。これは、AOTF [0037] 周図に示すのは、AOTFを光信号のドロ ップのみに使用する構成である。入力側から入力された 光信号は、光アンプ30で伝送路の損失の補償のために DAOTF31では、ドロップすべき放長の光信号の内 31をスルーした光信号は、2段目のAOTF32に入 力されて、ドロップすべき残りの故畏の光倡母をドロッ プラ35で合彼されると共に、受債器ORの数だけ分岐 は、光アッテネータ38が股けられており、AOTF3 2 かちドロップされた光信号のレベルとAOTF31 か がロスが大きく、AOTFを1つだけ通過した光信号と 2 つ通過した光信号とではレベルに大きな憩が生じてし まうからである。もし、レベル塑があるままドロップ光 指号を送出すると、受信側で、あるいは受信側に届くま でに光アンプで増幅しようとしても、レベルの低い光信 なくなってしまう。このようにして、ドロップされた光 **11号はAOTF等の被長選択フィルタ37によって所**望 される。このとき、AOTF31のドロップポート側に **身がうまく増幅されず、受信側で借号を正しく受信でき** ブする。このようにして、ドロップされた光俏号は、 の波長が選択され、受信器ORで受信される。

ペクトルモニタ39に入力して、ドロップ光信号の有無 [0038] また、AOTF31、32からドロップさ れた光倩号を一旦合政するカプラ35には、別の出力ポ 一トを付けておき、この出力ポートからの光信号を光ス や、各光信号の故長やパワーを監視するようにする。

信号(ドロップ光信号の故長と同じ故長) がカプラ36 {0039} 2段のAOTF31、32をスルーした光 **信号は、ドロップされない故長の光信号のみを含んでお** り、OADM装置のスルー光としてカプラ33に入力さ れる。光送信器OSからは、AM変調された各波長の光 る。このようにして、カプラ33に入力されるスルー光 で合破され、アド光倡号としてカプラ33に入力され とアド光は互いに合放され、光アンプ34で増幅され て、伝送路に出力される。

[0040] 同図の構成例において、1段目のAOTF 全ての光倩号をドロップするのは、AOTFの波長週択 特性によるものである。すなわち、AOTF31はRF **倡号が印加されたときの故長選択特性の幅が広く、1T** 31と2段目のAOTF32とを使ってドロップすべき U-T G. 692勧告ドラフトで規定されている0.

33

特別平11-289296

ê

8 n m 開隔の波長の隣り合う光信号を1つのAOTFで ドロップしようとすると、クロストークが発生してしま **小受信側で受信できなくなってしまう。そこで、実際に** いは、32は、1つの基板に直列に3段のAOTFがモ は、1つのブロックで示されているAOTF31、ある ノリシックに形成されたものを使用している。 このよう にすると、波長選択特性の榀を狭くすることができる

が、これでも十分ではない。そこで、贝に、AOTFを ら順番に番号を付けた場合に、偶数番目あるいは、奇数 5。そして、2段目では、1段目ではドロップされなか 2 段に股け、1 段目では、例えば、光信号の波長を端か 番目の波長の光情号のドロップのみを担当するようにす った、奇数番目あるいは個数番目の波長の光信号のドロ ップを担当するようにする。このように構成することに も、波長間隔が最低でも1. 6nmとなるので、AOT Fの彼長選択特性でも十分クロストークを少なくするこ よって、隣り合う2つの光信号をドロップする場合に

【0041】また、同図の構成では、アド光信号は、A している。 伯逊したように、AOTFは、Fロップした ているが、AOTFにアドとドロップの両方の機能を担 わせると、ドロップ側にアド側の光が混ざり込んでクロ ストークを発生してしまう。 吟に、この場合、アド光と ドロップ光の波長が同じコヒーレントクロストークなの 〇TFを介さないで、低接カプラ33で合成するように **光信号の改長と同じ改長の光信号をアドする機能を有し** なくなってしまう。アド光は、対応する改良がスルー光 から抜かれており、その開いているグリッド(光信号の 故長の散定位置) に合放されれば良いので、同図のよう で、クロストークによって生じる、ピート収分が大きく なり、ドロップ側で正常に光信号を受信することができ に、スルー光にカプラで合設する構成を採用する。 とができる。 8

AOTFを用いてもよい。このように、各くのAOTF が、必ずしも2つに限られるものではなく、2つ以上の を用いると、1つのAOTFでドロップすべき光信号の げることができるので、クロストークをより減少させる 内、互いに被長の値が吸も近い光信号間の波長間隔を広 {0042} なお、同図では、AOTFを2つ用いて、 ドロップすべき光信号の全てを分岐する構成を示した ことができる。

[0043] 図3は、AOTFを使ったブロードキャス ト機能対応のOADM装置の構成例を示すプロック図で ある。同図 (a) に示されるように、入力側から波長1 では、入力した光信号を2つに分岐し、1つはAOTF 光信号は、カプラ46で分岐される。分岐する数は、ド ロップ光として使用される彼民の数でも、全彼長数でも ンプ40で増幅し、カプラ41に入力する。カプラ41 リ局のカプラ46に入力する。カプラ46に入力された 1~1nが改異多重されて送信されてくる。これを光ア 42に入力し、もう1つはドロップして、トリビュータ

けられているのは、図2で説明したように、一方のAO ことになる。AOTF42の後段にもAOTF43が設 TFでドロップすべき故長の光信号の一部をドロップし てやり、他方で残りの故長の光信号をドロップしようと 長蹲択フィルタ49で所留の故長の光を避択し、次に変 7 で合波されたアド光はカプラ44に入力され、スルー 改長選択フィルタ48で選択された被長をAOTF42 にも接続されておらず、選択された光倡号は捨てられる するものである。このようにすることによって、彼長遵 【0045】2段のAOTF42、43を通過したスル ド光は、図2で脱明したのと同様に、光韻からの光を被 開器50で変調してカプラ47に入力される。カプラ4 光と合波されて、光アンプ45で増幅され、伝送路に送 で選択し、選択ポートに出力させる。選択ポートはどこ 一光はカプラ44に入力され、アド光と合政される。ア [0044] 一方、AOTF42に送られた光信号は、 **火におけるクロストークを低域することができる。** 

変闘をかける構成を示したが、光源からの光に変闘をか [0046] なお、ここでは、アド光信号は、光顔から の光を波長選択フィルタ49で選択した後変調器50で け、後に波長避択しても同様にアド光信号を生成するこ

(b) のように伝送路で接続されている場合、波長11 [0047] 同図 (b) は、ブロードキャスト機能を脱 の光信号をOADM1~3でブロードキャストしたいと する。OADM1では、波長11をドロップし、AOT Fでは故畏えるを選択せず、また、故畏えりのグリッド に光信号をアドしないようにする。すると、故長11の 光信号はOADM1をスルーし、次のOADM2に入力 し、AOTFでは波長11を選択しないようにする。す ると、同様に改長11の光情号はOADM3に伝送され AOTFで波長11を選択し、波長11の光信号を破棄 は、故長え1の新しい光倩号がアドされない限り、故長 される。OADM2でも改長11の光倡号をドロップ る。OADM3では、波長11をドロップすると共に、 する。これにより、OADM3から出力される光信号 明する図である。同図(a)のOADM装置が同図 **えこ~えnまでが多重された光信号となる。** 

[0049] 図4は、OADM装置内のAOTF及び伝 ブすることができるので、ブロードキャスト通信を行い OADM1~3に波長11にのった同じ光信号をドロッ [0048] このように、同図 (a) の構成によれば、 たい場合に容易に実現できるという利点がある。

**送路の冗長構成を示す原理的図である。同図(a)は、** 

**JADM内のAOTFの冗長情成を示している。** 

[0050] OADMの入力側に1×2メイッチ60を 耿け、入力した光信号の連路を2つの連路に切り換えら れるように構成しておく。1×2×イッチ60の2つの 出力ポートには、現用のAOTFと予備のAOTFを接 **続し、それぞれのAOTFの後段には、アド光を合故す** 上側が現用の構成となり、下側が予備の構成となる。そ れぞれは、1×2×イッチ61の2つの入力ポートに接 続されている。1×2×イッチ61は、現用のAOTF からの光信号と予備のAOTドからの光信号とを切り替 え、いずれかを伝送路に出力するようにしている。1× [0051] 同図 (b) は、OADM装置外の伝送路の 元長構成を示した図である。 伝送路が現用と予備に2重 化されており、OADMの入力側に1×2×イッチ62 が散けられている。1×2スイッチ62は、現用伝送路 と予備伝送路のいずれかを選択して、光信身をAOTF 器が散けられ、1×2スイッチ63に入力する。1×2 スイッチ 6 3 の出力ポートは、現用伝送路と予備伝送路 に送る。AOTFの次段にはアド光信号を合波する合政 2スイッチ61はOADM装置の出力側に設けられる。 るための合波器を散ける。すなわち、同図(a)では、

[0052] なお、周図 (a)、(b) では、AOTF みを示したが、伝送路とAOTF両方が2重化されてい き換え、現用と予備の伝送路及び現用と予備のAOTF のみ、あるいは、伝送路のみが2重化されている場合の る構成も可能である。この場合には、OADM装置の入 カ側及び出力側の1×2スイッチを2×2スイッチに置 うにすればよい。また、この場合には、2×2スイッチ も2重化しておくと、より債頼性の高いシステムを構築 予備の2×2スイッチのいずれに光信号を入力すべきか を選択できるようにしておく。そして、2×2メイッチ の後段にも1×2スイッチを散け、現用と予備のいずれ それぞれを2×2×4ッチの入出力ポートに接続するよ が取れた場合には、対処できないので、2×2×イッチ することができる。すなわち、現用及び予備伝送路それ ぞれに1×2スイッチを設け、現用の2×2スイッチと の2×2スイッチから光俏号を受け取るかを選択できる ようにしておく。この構成は、OADM装置の入力側及 び出力傾のいずれの場合にも適用でき、AOTF及び伝 送路のみではなく、現用と予備を切り替えるためのスイ ッチも2 重化したOADM装置を構成することができ 30

媒体を持っており(三角で示されている)、前段の増幅 **|| は体で増幅される前の光信号は一部が分岐され、光スペ** クトルモニタ部のスイッチに入力される。この光スイッ [0053] 図5、6は、AOTFを使用したOADM 装置の具体的構成の第1の例を示す図である。 伝送路よ り入力された光倡号は、先ず、光増幅部(In-Line Amp lifler: ILA) に入力される。光増幅部は2つの増幅

特閒平11-289296

え、スペクトルアナライザSAUに光信号を送り、各場 よって、スペクトルの状態が各所で最適になるように制 チモニタ部のスイッチは、入力する光信号を順次切り替 所での光スペクトルの様子を解析し、モニタするために 散けられている。スペクトルアナライザSAUはスペク トルアナライザコントローラSAU CNTによって制 御される。スペクトルアナライザSAUは、順次切り換 えられ、入力される光信号を解析する作業と並列的に解 析結果のデータを出力し、スペクトルアナライザコント スペクトルの様子を直接モニタすることができるように ローラSAU CNTで処理を受け、不図示の制御線に **即信号が伝送される。あるいは、オペレータが出向き、** 

増幅媒体、例えば、エルビウムドープファイバに光増幅 補償ファイバDCFに入力される。この後、更に、後段 れた光信号は、伝送路での分散を打ち消すために、分散 の増価媒体に入力され、パワーの大きくなった光信号が 【0054】光増幅部1LAの前段の増幅媒体で増幅さ OADM装置に入力される。 なお、光増幅部の後段の増 桶煤体に接続されているBSTは、ブースタと呼ばれ、 を行うための励起光を供給するものである。

8 [0055] 光増幅部1LAで増幅された光信号は、前 チ部PSW1を通過した光信号は、次に、チューナブル る。このスイッチ部PSW1の詳細は省略する。スイッ フィルタモジュールTFMに入力される。チューナブル フィルタモジュールTFMの入力には、光モニタが設け られている。これは、モジュール間がちゃんと接続され ているか否かを監視するためのものであり、入力した光 **一ルが正常に接続され、光倡号が来ているか否かを判断** する。例えば、モジュールが外れている場合など強度の 強い光が溺れている場合には、側に人がいると、その人 信号のパワーを検出して、不図示の制御部に通知する。 不図示の制御卸は、このモニタ結果を解析して、モジュ る。このような光モニタはチューナブルフィルタモジュ ールTFMの出力側にも設けられており、基本的に同じ **並した冗長化のためのスイッチ部PSW1に入力され** に危険が及ぶので、光スイッチを切るなどの処置をす 役割をになうものである。

に入力される。AOTF1は、チューナブルフィルタモ ジュールTFDのコントローラCNTからの制御信号に 5)に印加され、このようにして生成されたRF信号が AOTF1及びAOTF2に印加される。AOTF1で は、前述したように、例えば、偶数番目の波長の光信号 【0056】光モニタを通過した光信号は、AOTF1 よって、制御される。すなわち、コントローラCNTか が選択され、図5の上側のボートに出力される。AOT F1をスルーした光信号は、G版モード分散補償器PM 増幅器とPLL回路からなっていることが示されてい らの制御信号は、RF信号を生成する回路(図5では、 Dに入力される。

**\$** 

のTEモードの光とTMモードの光とを投面弾性波(S ろで、AOTFは一般に、ニオブ酸リチウム等の複型折 生を持つ材料で構成されており、何の作用も受けないス ルーする光信号のTEモードとTMモードとの関に伝唆 Fの1つのデバイスが3段構成になっているとした場合 (後述)、50ps程度となる。ところで、本実施形態 [0057] AOTFは、後述するように、入力光信号 AW)との相互作用により、所定の波長の光信号のモー ドのみを変換し、出力ポートを変えるものである。 とこ **速度の違いを生じる。このとき生じる時間登は、AOT** 

のOADM装置は、10Gbpsの伝送速度を有するシ

とによって受ける偏畝モード分散は、1タイムスロット なくなってしまう。従って、ここでは、1つのAOTF を通過する毎に偏改モード分散補償を行うようにしてい る。GI放モード分散を補償する方法としては、やはりGI 故モード分散を有するPANDAファイバ等の軸をAO TFの軸と直交させるように接続する。このようにすれ ステムに使用することが望まれているが、10Gbps 00ps程度である。従って、AOTFをスルーするこ の場合、1つのピットに与えられるタイムスロットは1 め、このままでは、光信号を正常に受信することができ ば、AOTF内で選く伝播していたモードはPANDA ファイバ内では遅く、AOTF内で遅く伝播していたモ PANDAファイバの長さは、AOTFの特性や、使用 — FIt BANDAファイバ内では速く伝播することにな る。AOTFの偏波モード分散を補償するために必要な するPANDAファイバの特性にも依存するが、約20 の50%程度のずれを異なるモード間に引き起こすた

2

に接続されており、1×2×イッチ63がいずれかの伝

送路を選択して光循号を送出するように構成される。

ドロップ頃の光信号の場合には、AOTFの内部で、S AWとの相互作用により、TEモードで入ってきた光信 号はTMモードに変換されながら伝播し、TMモードで で分散を受ける時間が等しくなる。従って、最初、TE 入ってきた光信号は、TEモードに変換されながら伝播 するので、TEモードで分散を受ける時間とTMモード も、AOTF内部を伝播している間に、TMモードとT Eモードとにそれぞれ変換されるため温波モード分散は [0058] 一方、故長選択された光信号、すなわち、 モードで入力された光も、TMモードで入力された光 生じない。

[0059] G版モード分散補償器 PMDを通過した光 光信号が増幅される。AOTF1を通過してきた光信号 ば、AOTF1つのロスは10dB程度である。光増幅「 **盾号は、光増幅部TFAに入力され、増幅媒体によって** は、AOTFのロスのためパワーが弱くなっており、A OTF2に入力してドロップされる光倡身と、AOTF 1 でドロップされた光信号との間にレベル豊が生じてし 奇数番目の改長の光信号が分岐され、残りの光信号はス 部TFAで増幅された光信号はAOTF2で、例えば、 まうため、これを補償する必要があるのである。例え

Ξ

光信号の波長及びパワーが所定の基準を満たしているか [0060] AOTF1とAOTF2で分岐されたドロ ップすべき光信号は、2×2カプラで合放され、再び光 竹幅郎TFAで増幅され、トリピュータリ周へと送信さ は、光アッテネータを介して光スペクトルモニタ部のス ペクトルアナライザSAUに入力され、ドロップされた れる。一方、2×2カプラ1のもう一方のポートから 否かが傾出される。

ゲ師PSW2の2×2カプラ2には、アド光信号も入力 スタBST3、4からの励起光により増幅され、カブラ 【0061】AOTF2をスルーした光信号は、前述し たように、個波モード分散補償器BMDに入力され、個 トリビュータリ局からの伝送ロスによる損失が補償され れ、2×2カプラ2に入力される。2×2カプラ2で合 **並されたスルー光信号とアド光信号は、冗長化のための** スイッチを介して、光増幅即 BWA 2 に入力され、ブー で分岐される。大部分の光信号は、カプラから伝送路に 故長ずれや各故長の光信号のパワーが解析される。光増 協部PWA2による光倩号の増幅は、OADM装置全体 **故モード分散が補償された後、光モニタ邸を介してスイ** ッチ師PSW2の2×2カプラ2に入力される。 スイッ る。更に、分散補償ファイバDCFによる分散が補償さ される。アド光信号は、光均幅器PWA1で増幅され、 川力されるが、一部は光スペクトルモニタ師に送られ、 を通過することによるロスを補償するためのものであ

波長11~132に変換されて、送出される。これらの された光信号は、トリピュータリ局の改長分波器で各波 限に分波される。同図の場合、波段11~132までの 一方、既存光ネットワーク等の信号出力部では、電気光 合波器で合波されて、図5のOADM装置にアド光信号 [0062] 図6は、図5のOADM装置を使ったシス る。チューナブルフィルタモジュールTFMでドロップ 変換部EOで収気信号が図5でドロップされた光信号の テムにおけるトリピュータリ局の構成例を示した図であ 既存光ネットワークの光電気変換部OEで受信され電気 信号に変換された後、当版ネットワーク用の信号、例え ば、1波光ネットワークの場合には、そのネットワーク 光信号は、アッテネータで相対的レベル闕盤が行われ、 で使われている波異の光信号に変換され、伝送される。 3.2故に分散されている。これらの各政長の光倡号は、

32個あり、この32個の波異全てが使用されているよ モジュールTFMでドロップされる波長も32波以下に 【0063】なお、同図では、ドロップ光信号の波長は うに示されているが、システムの構築当初では、これら の故長を全て使用する必要はなく、一部の故長のみを使 用してもよい。この場合、図5のチューナブルフィルタ として送出される。

ば、受信側で同じ波長の光倡号を受信したいという場合 [0064]また、同図のように、波是分波器で各波長 の光信号に分岐してしまうと、受信する波長を変えたい という場合に、波長分波器が各波長に先に分波してしま には、波長分波器の1つのポートから信号を分けなけれ ばならず、そのような構成がシステム構築当初から設け られていない場合には、1つのポートからの光信号を分 うので、対応するのが難しいという点が存在する。例え 岐するカプラ等を新たに設けなくてはならない。

[0065] 図7、8は、AOTFを用いたOADM装

9

成は、基本的に図5の構成と同様であるので、詳細な脱 て、スイッチ部PSW1に入力される。スイッチ部PS W1は、前述したように、現用、予備の冗長化のための 構成である。スイッチ部PSW1から出力された光信号 を通過し、AOTF1、AOTF2でドロップ光信号が 置の具体的な構成の第2の例を示す図である。図7の構 【0066】伝送路より入力される光信号は、光増幅部 ILAで増幅され、分散補償ファイバで分散が補償され はチューナブルフィルタモジュールTFMの光モニタ部

ドロップされて、2×2カプラ1に入力される。

号は光アンプで増幅された後、1×4カプラで分岐され る。同図では、ドロップ光の波長数は4であるとしてい るが、必ずしも4に限られるものではない。 1×4カブ ラで分岐された光倡号は、全てのドロップ波畏を含んで おり、トリピュータリ局の受信部TRB1のAOTFで からの光信号の中から所留の改長を抽出する作用をして おり、ドロップする光信号の被長を変える予定のない場 の要毀により柔軟に対応するためであり、ユーザの要望 としてシステム使用中にアド・ドロップする光信号の彼 Cによって制御される。同図の場合には、AOTFが2 **つしか散けられていないが、ドロップ光信号として4故** スペクトルアナライザ SAUに入力され、スペクトルが 解析される。2×2カプラ1で合改されたドロップ光信 各波長が抽出される。ここでのAOTFは1×4カプラ AOTFを使用するのは、本システムを使用するユーザ 長を変えることは強く望まれることである。 なお、波長 略記されているチューナブルフィルタコントローラTF 合には、通常のパンドパスフィルタも使用可能である。 **選択フィルタとしてのトリピュータリ局のAOTFは、** 【0067】2×2カプラ1からの出力のうち一部は、 を使用する場合には、AOTFを4つ使用する。

し、もう1つのAOTFで残りの波長、例えば、奇数番 光は、偏波モード分散補償器 PMD で偏波モード分散補 聞きれてから、光アンプに入力され、AOTF2に入力 前述したように、1つのAOTFでドロップすべき故長 目の波長の光信号をドロップするようにしているもので [0068] AOTF1でドロップされなかったスルー される。このように、AOTFを2段にしているのは、 の一部、例えば、偶数番目の波長の光信号をドロップ

bる。これは、AOTFの波長選択特性の半値幅が比較 的広いので、クロストークをできるだけさけるためにな されている処置である。

アンブ部PWA2に入力した光信号は、励起光原BST 2の2×2カプラCPL2に入力され、アド光信号と合 るが、現在使われているのは1~4番のポートのみであ は、光アンプPWA1で増幅され、分散補償ファイバD CFで分散が補償されてから、スイッチ師PSW2の2 ×2カプラCPL2に入力される。そして、スルー光と アド光が合波され、プロテクションスイッチ(現用、予 備を切り替えるスイッチ)を通過して、OADM装置の 出力側の光アンプ即PWA2に入力される。そして、光 3、BST4からエネルギーを与えられて、パワーが増 は、スペクトルアナライザユニットSAUに送られ、O ADM装置から出力される光スペクトルの状態が解析さ れ、OADM装置が正常に助作しているか否かのモニタ 補償されてから、光モニタを通過してスイッチ郎PSW 皮される。同図の場合、ドロップ光の故長が4世である 年来のアップグレードに対応できるように構成されてい 幅された後、カプラCPLを介して伝送路に出力されて 隔波モード分散補償器 b M D によって偏波モード分散が カプラCPL4には、1×8カプラが敗けられており、 ので、アド光信号の波畏も4つの同じ波長を使用する。 る。カプラCPL4で合彼された各波長のアド光信号 【0069】AOTF2をスルーした光信号は、再び、 いく。なお、カプラCPLで分岐された一部の光信号

ンクと光変調部及び不図示の電気ADM装置(E AD **置から電気信号として送信されてきて、レーザパンクか** [0070] 図8は、トリピュータリ局のアド光送信側 の構成を示す図である。アド光信号送信部は、レーザバ M) からなっている。送信すべきゲータは電気ADM装 らの光を変調する駆動信号として使用される。

使用される。

されている。ここでも、障害発生時に対応するため冗長 いる。また、アドする光信号の波長が1~32のいずれ の波長にも変更可能なように、異なる波長を出力するレ らがレーザダイオードユニット LDU#1~#4に収納 は、現用 (Work) と予備 (Protection) とが用意されて 【0011】レーザパンクは、複数の互いに異なる彼長 の光を出力するレーザダイオードからなっており、これ **ーザダイオードが32個股けられている。これらのレー** る。レーザダイオードユニットが冗異化されているのに 化がなされており、レーザダイオードユニットLDU ザダイオードから出力される光は、合政器で合政され て、1~32の改長の光が波長多重された光を生成す 対応して合波器も現用と予備が散けられている。

タを挟んだようになっている。これは、間にアッテネー [0072] 合波器から出力された光は、光アンプ部で **部の構成は、増幅媒体を2つ設け、その間にアッテネー** 増幅される。光アンブ部も冗長化されており、光アンブ

20

ラ部CPL3に入力される。分岐された光信号は、スペ クトルアナライザユニットSAULに入力される。スペ クトルアナライザコニットSAULの構成は、スペクト ルアナライザコントローラSAU CNTと、これに耐 タを入れることによって、後段の昭幅媒体への光の入射 強度を開盤する作用を得る為である。 増幅媒体で増幅さ れた光信号は、カプラCPLで一部が分岐されて、カブ **単されるスペクトルアナライザSAUとからなってお** 

**韓国平11-289296** 

(12)

ザパンクからの出力光の検査をする場合に必要な出力光 ザダイオード制御部LDCに送られ、レーザダイオード を制御するのに使用される。同図に示されるように、ス ペクトルアナライザユニット S A U L 及びレーザダイオ ナライザユニットからの解析結果は略配されているレー り、カプラCPLはシステムのオペレータが年動でレー を光モニタポートに出力するものである。スペクトルア ード制御町LDCも冗段化されている。

路版波長を可変できるレーザが非常に不安定で、発版波 【0013】このように、異なる改長のレーザダイオー 長が精密に安定している必要のある光通信においては、 ドを複数用意し、これらの光を合政して使用するのは、

十分な機能を得られないからである。

のみである。残りのポートは反対方向の通信回線用に股 は、入力された光をアド光信号の波長として使う分だけ 【0074】複数のレーザダイオードから出力された光 を合政したものは、光増個器で増幅された後、カプラ師 CPL3の1×8カプラに入力される。1×8カプラで る光個号の波要は4つだけであるとしているので、実際 に光接破されているのは、1×8カプラの4つのポート けられている光質闘器 (不図示) に光を供給するために 分岐し、光変闕師に送る。今の場合、アド・ドロップす

**Fセ、先ず、アド光として使用する改長の光が遊択され** 海政の質闘装闘が40敗けのれたいる。 フーザベンクか ら送られてきた光は彼及過状師TFR1の前段のAOT る。この選択された彼長の光は変開器前の変開器Mod に入力される。一方、飢気ADMからは、所定の政長の 光信号としてデータが送られてきて、受信器ORで受信 され、昭気信号に変換される。この昭気信号は分配器で 分岐され、デジタルフリップフロップDードドと幅気増 は、この電気信号の印加を受けて、被長辺保部の前段の る。疫闘された光信号は1×2カプラで分岐され、一方 がコントローラで検出され、所留の要闘が行われている か否かが確かめられる。この検出の結果は、電気増幅器 にフィードバックされ、安國器Modが安定して副作す アイバは、アドする光信号の改異分散けられた変闘器を しにしてんのみのถ食となったであが、妖怪には、回じ **協器を介して変闡器M o dに印加される。変勵器M o d** 【0075】1×8カプラの出力ポートに接続されたフ 有する光変異節に送られる。同図では、内部構成は、1 AOTFで選択された改長の光信号を仮開し、出力す 9

放定される。

ន

[0076] このようにして、変調器Modで変調され た光信号は、光アンプPOAで増幅された後、波長選択 **郡の後段のAOTFに入力されてアド光信号として送出** される。ここで、光アンプPOAで増幅した後に再びA イズを除去するためのものであり、このAOTFは波長 選択部の前段のAOTFの選択波長と同じ波長を選択す OTFを通過させるのは、光アンプPOAで発生したノ るように散定されているものである。

[0077] なお、レーザパンクかちの光の中からアド するための光波長を選択するのに、選択波長固定型のフ するのは、アド・ドロップする光信号の波長を変えたい **ィルタではなく、選択改長を可変できるAOTFを使用** ときに容易に対応できるようにするためである。

**選択することも可能であるが、この場合には、変調器の** [0078]また、故長選択部の前段のAOTFセアド て、災闘器Modの後段の光アンプPOAは、1 波用の 光信号に使用する波畏を 1 波だけ最初に選ぶことによっ アンプで良くなり、小型のアンプを使用することができ る。前述したように、最初に変闘をかけて、後に波畏を 後段のアンプは被長多重光用の光アンプでなくてはなら ず、大型になるとともに、高価になってしまう。

[0079] 図9、10は、AOTFを使ったOADM 装置の具体的構成の第3の例である。図9の場合、伝送 る。後に説明するように、伝送路の冗長化にも種類があ ファイバBLSRを前提にしており、伝送路(PB)と や2ファイバ、4ファイバのBLSR (bi-directional line switch rlug) 等の構成がある。同図の場合、4 記倣されているのは、4ファイバのBLSRの場合の反 チへの伝送ケーブルを示し、伝送路 (P) と記載されて いるのは4ファイバBLSRの場合の反対方向の伝送路 9. UPSR (uni-directional path switch ring) 対方向の伝送路のOADM装置に設けられるLBスイッ イッチ (1+1SW) への光信号伝送ケーブルを示して いる。これらは、伝送路及びOADM装置の冗長化の為 に散けられており、システムの冗長化については、後述 のOADM装置に設けられる光1+1プロテクションス 路が現用と予備に冗長化されている様子が描かれてい

[0080] 現用の伝送路から入ってきた光倡号は、光 増幅部ILAで増幅されると共に、分散補償ファイバD CFによって分散が補償され、スイッチ部PSW1に入 +1スイッチとが散けられているが、ネットワークが2 力される。スイッチ部PSW1では、LBスイッチと1 ファイバのBLSRと4ファイバのBLSRのいずれを 使用しているかによって、いずれかのスイッチのみが設

り、ドロップ光がドロップされ1×8カプラを有するカ 【0081】スイッチ部PSW1を通過した光信号は、 チューナブルフィルタモジュールで前述した作用によ

プラ部CPL1に入力される。1×8カプラでは、ドロ ップされた故長を全て含んでいる故畏多重光信号を8つ こ分岐し、トリピュータリ扇の受信部へと送信する。チ スイッチ部PSW2の2×2カプラに入力される。トリ ビュータリ局から送信されてくるアド光信号は、カプラ 部CPL4の1×8カプラで合政され、光アンプPWA 1 で増幅される。そして、増幅された光信号は、分散補 貸ファイバDCFで分散補償され、スイッチ部PSW2 ューナブルフィルタモジュールをスルーした光信号は、 の2×2カプラでスルー光と合政される。

【0082】カプラ部CPL4の1×8カプラの前段に これは、カプラ部CPL4がちゃんと装着されているか [0083] 2×2カプラで合故されたスルー光とアド び、LBスイッチを通過して、光アンプPWA2で増幅 光モニタが各波長のアド光信号毎に散けられているが、 光は、冗長化のために設けられた1+1スイッチ、及 否かをモニタするために設けられているものである。 されて、伝送路に送出される。

[0084] 図10は、図9の具体例におけるトリピュ ータリ局側の構成を示した図である。受信側では、○A DM装置からドロップされ、分岐された光倡号の数だけ 受信器TRB#1~#8(1)が設けられる。受信器T RB#1のみ内部構成が示されているので、これについ て説明する。他の受信器TRB#2~#8(1)も同様 の構成である。

[0085] 先ず、ドロップされた光個身は8波からな っており、この光信号が受信器TRB#1 (1) に入力 されると、光アンプAMP1で増幅される。光アンプA る。増幅された光信号は、カプラ部CPL2の1×4カ ここでは、4つに分岐されている。次に、光倡号の波長 **哎は省略されているが、トランスポンダは#1~#4の** 変換を行うトランスポンダ# 1に入力される。詳細な構 4つあり、それぞれ1×4カブラから出力される光倡号 プラでドロップされた光信号の波長数分に分岐される。 MP1は、励起光源BSTから励起光を受け取ってい

【0086】トランスポンダ#1に入力された光信号は **校長選択フィルタとしてのAOTFにより、1つの被長** の光信号が選択され、光受信器ORによって電気信号に は、送信側のレーザパンクLDBKからの光が送信され てきており、レーザパンクLDBKから送られる複数の h、デジタルフリップフロップDーFFおよび増幅器を 改長の中から適当な改長がAOTF1で選択されて、入 力される。そして、AOTF1で選択された光佰号は変 瞬器Modで変調されて出力される。出力された光信号 は、光アンプPOAで増幅された後、AOTF2で増幅 器のノイズ成分が取り除かれ、他のネットワーク等に送 50 信される。このように、他のネットワークにデータを送 通って、変鋼器Modに印加される。変鋼器Modに 変換される。この電気信号は、分配器で2つに分岐さ

**特閒平11-289296** 

 $\widehat{\Xi}$ 

**首する場合には、ドロップされた光信号のままでは伝送** できない可能性があるので、どのような波長にでも変換 変開器Modの出力は1×2カプラで分岐され、コント ローラに検出されて、変闘器Modの動作を安定させる できるようにトランスポンダが股けられている。また、 ためにフィードバックがかけられる。

**関に使うための光が送信されてくる。この光は、送信器** [0087] このように、受信側のトランスポンダの動 #1~#8 (2) のカブラ餠CPL5に入力される。入 方、送信側では、不図示のレーザバンクLDBKから変 力すると、先ず、カプラ部CPL5がちゃんと接続され ているか否かをモニタするための光モニタを通過し、次 に、1×8カブラで8つの光に分岐され、光アンプAM P#1~#4によって増幅される。このうち、アド光信 他の4つは、受信側のトランスポンダに光信号の波長変 作は、図8の光変調部のものと基本的に同じである。一 **身を生成するために使用されるのは、4つのみであり、** 換用光として送られる。

ន 生成のために使われる4つの光は、トランスポンダ#5 【0088】レーザパンクからの光のうち、アド光信号 ラで合政され、OADM装置にアド光信号として送信さ のAOTF3に入力され、アド光信号生成のための波長 が選択され、変闘器Modに送られる。アド光を変調す べきデータは、他のネットワークから光信号で送信され で分岐した後、AOTF5で故長を遊択し、光受信器O Rで電気信号に変換する。この後の動作は、受信側のト ランスポンダと同様なので説明を省略する。そして、A OTF4から出力されるアド光信号は、同様に生成され てきたものを光アンプAMP 2 で増幅し、1×4カプラ たトランスポンダ#6~#8までの光佰号と1×4カプ

[0089]図11、12は、AOTFを使ったOAD の構成は、図9の構成とほとんど同じなので、概略説明 する。なお、同図の場合には、アド側に結線がなされて いないが、省略されているだけであって、実際には、ト リピュータリ局のアド光信号送信側が接続されるべきも M装置の具体的構成の第4の例を示す図である。図11

を受信する。

\$

アンプPWA1で増幅され、分散補償ファイバDCFで 50 増幅され、分散補償ファイパで伝送路の分散が補償され [0090] 伝送路より入力した光信号は、光増幅器で て、現用・予備切り替え用スイッチ部PSW1に入力さ れる。ここでの切り替えは、ネットワークが採用してい る冗長構成によって変わるが、ここでは、4ファイバB LSRを前提としている。スイッチ部PSW1を通過し た光倩号はチューナブルフィルタモジュールでドロップ 光がドロップされ、ドロップ光信号は、1×8カプラで トリピュータリ局の受信倒へ送信される。スルー光信号 はそのままスイッチ部PSW2の2×2カプラに入力さ れる。アド光偕号は、2×8カプラで合波された後、光

分散植償された後、2×2カプラでスルー光と合放され トが1つ多いカプラを使っているのは、合改された光信 ×2カプラや1×8カブラでもよく、ここで、出力ポー 号の状態をモニタしようとするときのための便宜を考え てのことである。従って、必ずしも2×2カプラや2× る。ここで、2×2カプラや2×8カプラはそれぞれ1 8 カプラを使用しなければならないことはない。

【0091】アド光信号とスルー光信号とが合政された +1スイッチ及びLBスイッチ) を通過した後、光アン [0092] 図12は、トリピュータリ局の受信倒構成 光信号は、現用・予備を切り替えるためのスイッチ (1 プPWA2によって増幅され、伝送路に送出される。

ビュータリ局の次段に接続するネットワークが単数長ネ からである。1×4カプラで分岐された光信号は、それ ットワークの場合の構成である。OADM装置からドロ ップされてきたドロップ光信号は、光アンプAMPで増 分岐される。ここで、分岐する数が4であるのは、OA DM装置でドロップする波長の数が4であるとしている ぞれに散けられているAOTFに送られ、それぞれの故 長の光信号が選択される。各政長11~14の光信号が の変形例を示した図である。受信部TRB#1は、トリ 幅された後、カプラ部CPL2の1×4カプラで4つに にそのまま送信される。なお、単波長ネットワークがサ ポートする光信号の故長がドロップされた光信号の故長 でないときには、単波長ネットワークに接続する前段に **選択されると、これらは、そのまま単波長ネットワーク** 故長変換を行うトランスポンダを散けて、サポートされ ている故畏で光信号を送信するようにする。

[0093] 受信卸TKB#2は、トリピュータリ局の **次段に接続するネットワークが多波長ネットワークであ** るが、4改までの改長多重システムである場合を示して いる。OADM装置からドロップされてきたドロップ光 佰号は、光アンプAMPで増幅された後、1×4カプラ られた波長選択卸TFR#1~#4に入力される。AO で4つに分岐され、1×4カプラの出力ポート毎に設け 由出された光信号は、単故長用の光アンプPOAで増幅 めのものである。このようにして、彼長選択即TFR# 前述したように、光アンプPOAのノイズを除去するた 合波され、改長多重ネットワークに送信される。 もちろ 1~#4で怞出されたドロップ光信号は2×4カプラで ん、ドロップされたままの故長を改段の故長多田ネット ワークがサポートしていない場合には、トランスポンダ TFはドロップ光信号の中から1波のみを抽出される。 され、再びAOTFに入力される。後段のAOTFは、 を介して、故長を変換して接続するようにする。 2 \$

[0094] 受信節TRB#8は、4波以上の波展多重 **忙信号をサポートしているネットワークに接続する場合** のトリビュータリ周の構成を示している。 4 波以上のド ロップ光信号の彼長を選択する場合には、OADM装置 に使用されているように、AOTFを2段に使って、波

でドロップされた光信身は、全て2段のAOTFによっ は破棄する。その他の構成及び、助作は、OADM装置 のAOTFによる光信号のドロップのための相成及び動 ルタドライバTFDによって駆動される。OADM装置 て選択されるので、2段目のAOTFのスルーポートに て、2段目のAOTFのスルーポートから出力される光 異を選択するようにする。AOTFはチューナブルフィ は、原理的にノイズ以外は光信号は出てこない。従っ 作と同じなので、脱明を省略する。

[0095] このようにして、遊択された波長のドロッ ブ光信号は、2×2カブラで合政され、増幅されて、次 段の波長各田ネットワークに送信される。尚、前述の通 り、次段のネットワークがドロップされたままの光信号 の波畏をサポートしない、あるいは、別の光倡号を使用 している場合には、政長変換して次段のネットワークに

を構築するためには、任意の波長の光信号をドロップで の特性と、反射鏡間の光学的距離に依存する。特に、同 を供給するために使用されるレーザパンクの構成及び概 きるだけではなく、対応する任意の波長の光伯号をアド ので、改長を任意に変えることのできる光顔が必要であ 反射鏡間の光学的距離を変えなくてはならないが、この には、レーザの構成に可動部がないので、安定した発援 [0096] 図13は、アド光信号を生成するための光 念を説明する図である。任意波畏型のOADMシステム 局側で任意の波長の光信号を生成できなくてはならない で、反射鏡間で光を往復させる間に強度の強い光を放出 するという構成をとっており、発援被長はこの発光媒体 移動させるか、温度を上下して、発光媒体の屈折率を変 のは、レーザが可動師を有することになるので、反射鏡 の位置が狂いやすく、安定したレーザ発援を行うことが できない。また、温度を上下して波長を変化させる場合 はできるが、温度上昇などによる波長の変化が小さいの できなくてはならない。 そのためには、トリビュータリ る。しかし、現在光顔として広く使われているレーザダ 方法があまりないというのが現状である。現状考えられ る光学的距離の変叉の仕方は、反射鏡の位置を機械的に 化させるというぐらいである。 反射鏡を機械的に動かす で、改長各重システムのグリッド全体をカバーすること じレーザで異なる波長を発振させようとする場合には、 イオードは、改長を変えることが疑しい。というのも、 もともとレーザというのは、発光媒体を反射館で挟ん

3

[0097] そこで、本実施形態では、使用する可能性 ードを用意しておき、これらが発援するレーザ光を東ね のある全ての彼長を発援彼長とする個々のレーザダイオ て1つの光とし、これを做々な所に使用することとし

20 る通りであり、彼長11~1nをそれぞれ発振波長とす [0098] レーザバンクの構成は、同図に示されてい

号を受信しない状態となる。

るレーザダイオード139を散け、それぞれに発振させ ーザダイオード139の駆動電流あるいは温度を調整し 5。それぞれが発援する波長は、スペクトルモニタ13 し、ずれが生じた場合には、発版波長にずれの生じたレ 3 で監視され、予め定められている基準波長値と比較 て、発板波長が所定の値になるように網盤される。

[0089] 各レーザダイオード139が発援する光信 引は、合政器138で合政され、1つの光とされる。そ して、光アンプ136で増幅され、分配器131で必要 な数だけ分岐される。

2

[0100] この光を使用する場合には、AOTF等の チューナブルフィルタ132、あるいは、使用する故長 が固定しているのであれば、選択波長の固定されている パンドパスフィルタ等で必要な彼長をレーザパンクから の光から抽出し、外部変闘器135で変闘をかけ、光ア ンプ137で増幅して送出する。

[0101] このように、複数の波畏の異なる光顔の光 を合波して、これを利用するようにすれば、光顔の発疑 している故長の光であれば、どの故長であってもフィル タで抽出して使うことができる。特に、波長分割多貫通 Tの勧告で規定されているので、それ以外の波長を任意 信システムでは、各チャネルの光信号の波長が1TUー に使用することはないと考えてよいので、レーザパンク を使用すれば十分である。

B、図にはAOTFが1つしか配載されていないが、前 [0102] 図14~図20は、OADM装置における ドロップ用AOTFの制御方法を説明する図である。な 述したようなAOTFを2つ用いる場合も同様である。

[0103] 図14は、OADM装置を含むOADMシ 40は、32故全ての故長を選択するように、RF信号 ステムの初期状態を示している。入力側から例えば、3 システムが稼動する前は、光信号がどこにも出力されな い状態が好ましい。そこで、OADM装置のAOTF1 発版器からRF信号をAOTF140に印加する。する と、入力側から入力された32波全ての波長はドロップ されてしまい、スルー側 (出力側) には光信号が出力さ れない。従って、32故全ての光倡号は、トリビュータ リ扇側へ送信される。トリピュータリ扇では、送信され てきた光信号を光カプラ142で分岐し、各波長の光信 AOTF143は、ドロップすべき波畏を選択するので あるが、初期状態では、AOTF143に入力側から伝 送されてきた32波の光信号からは、爛れ光等が生じな ・程度に十分離れた位置を選択被長とするようなRF信 月を入力する。このようにすれば、32被の内、AOT こ送信される光信号は存在しない。このように、システ F143で選択される波長がないので、光受信器144 ムの初期状態では、全てのパスが閉じられ、どこも光信 2故の政長多重光信号が送信されてきた場合に、まだ、 身を選択するAOTF143に送る。通常動作時では、

[0104] なお、AOTF143は、 常に1故畏を避 **뮍するためのRF債母が印加されるので、光債号を選択** 3に印加されるRF信号のパワーが光信号を選択する場 合もしない場合も同じになり、AOTF143の動作を しない場合にも、32被以外の場所を1つ選択するよう なRF信号を印加しておく。これにより、AOTF14 女定化させることができる。

ルーする場合には、AOTF140には、32故の故長 のRF佰号が印加されていたので、AOTF140の特 [0105] 図15は、OADM装置によるドロップが 行われない場合のAOTFの制御方法を示している。ス 以外の場所に選択波畏を散定するようなRF信号をRF **11号発援器141で生成して、印加するようにする。R** 性をあまり大きく変えないようにするため、わざと32 F債号は光信号は選択しないが、32個の波畏を選択す る。これは、図140とき、A0TF140に32故分 るような32個の周波数からなるRF債号が印加され 個の周波数のRF個号を印加しているのである。

1個の周波数からなるRF信号である。これは、前述し の変化によって変わってしまわないようにするためであ 光信号はドロップされない。したがって、光カプラ14 たように、AOTF143の動作が、RF信号のパワー 【0106】これにより、32故全ての光偖号はスルー 側(出力側)に送信される。トリビュータリ扇側には、 3.2彼以外の彼畏位置を顕択するようなRF借号を印加 2にも光信号は入力されないが、AOTF143には、 しておく。このRF信号は1波のみを選択するような、 る。従って、光受債器144では光信号は検出されな [0107] 図16は、OADM装置でドロップはしな ワーが大きくなる、いわゆる、チルトが起きている場合 のみを示しているが、各故畏のパワーが全くバラバラで いが、入力される光信号が改長毎に異なるパワーを有し なお、同図では、波長が11~132に行くに従ってパ ている場合のAOTFの制御方法を説明する図である。 も同じ作用を得ることができる。

OTF143からは光信号が出力されない。従って、光 [0108] すなわち、AOTF140に印加されるR パワーの大きい彼長の光信号をより多くドロップするよ うにし、パワーの小さい波長の光信号はより少なくドロ 2で分岐されるが、AOTF143の選択波長を32波 F債号のパワーの違いにより、ドロップされる光信号の ップ、あるいは、金くドロップしないようにする。この ようにすることによって、スルー側 (出力側) に出てく トリピュータリ局側には、AOTF140に入力された る。この光は、光アンプで増幅されたり、光カプラ14 の波曼域から十分離れた位置に散定することにより、A パワーも異なってくるので、RF発振器141からは、 る光信号はパワーが揃って出てくるようになる。一方、 時のパワーに応じた量のドロップ光が致れることにな

特間平11-289296

(19)

受信器144では、光信号を受け取ることが無く、ドロ ップ動作は行われないことになる。

ップする為だけに使うのではなくて、改長年のパワーの **違いをなくすために使用することによって、システムの** [0109] このように、AOTF140を被長をドロ 伝送品質の向上に役立てることができる。 [0110] なお、AOTF140には、やはり、常に 3 2 個分の液長を選択するための3 2 個の周波数のRF 1 波のみを選択す為の1 個の周波数のRF信号を印加す るようにしておく。これにより、AOTF140及び1 4 3の動作を被長を選択するか否か、あるいは、選択す 個号を印加するようにしておき、AOTF143には、 る波長の数によらず、安定させることができる。

[0111] なお、上配した改長年のパワーの違いを補 **笛する動作は、制御CPUを設けておいて、ソフトウェ** アで行うようにしてもよい。図17は、OADM転置で ドロップを行う場合の各AOTドの制御方法を説明する 図である。

132のみをドロップする場合を考える。入力側から3 2波の光伯号が入力されると、AOTF140には、波 **長入2と入32とを選択するようなRF信号が印加され** に、32波の光信号の波長から十分離れた位置に30波 を選択するような30個の周波数のRF信号をRF信号 するものとなるが、実際にドロップされる光信号は改長 [0112] ここでは、改長11~132の内、12と AOTF140に印加されるRF信号は32被分を選択 12と132のみである。投りの波段の光信号はスルー 脱版器141で生成して、印加しておく。これにより、 ると共に、AOTF140の助作を安定化させるため 側 (山力側) へ送出される。

12の光信号が受信され、もう一方では、被長132の は、故長12を選択し、もう一方は故長132を選択す る。このようにして、光受信器144の一方では、故長 AOTF143に入力される。AOTF143は、1故 のみを選択するように1故のみを選択するための1つの 周波数のRF信号が印加される。 AOTF143の一方 [0113] ドロップされた改長12と132は、トリ ビュータリ 周仰へ送られ、光カプラ142で分岐され、 光信号が受信される。

き、AOTFの助作の安定を図る。また、被長多瓜され は、常に同じパワーのRF信号を印加するようにしてお た光信号間のパワーの違いを抑える働きも特たせること [0114] COLSE, AOTF1402143E

供のトラッキングについて説明する図である。OADM 【0115】図18は、トリビュータリ局側での週収改 按照のAOTF180からドロップされた光信号は光力 に分岐され、AOTF182で各政長が選択される。し プラ181でドロップされた故畏数分(同図では4故) かし、温度変化やRF信号の周波数のずれなどにより、

[0116] 図19は、OADMシステムのAOTFの 全体の制御を示す図である。同図で、図18と同じ番号 のついているものは同じものなので詳しい説明を省略す

の故長を選択する場合に、適切に、ドロップすべき光信 御CPU193に入力され、AOTF180が適切に動 場合には、ドロップすべき光信号のスペクトルを完全に ドロップすることができず、光信号に改形劣化などを引 ろRF信号の周波数とパワーを制御するためである。光 いる。これは、OADM装置のAOTF180が光信号 号の波長にマッチした動作を行っているか否かを検出す るためのものである。すなわち、ドロップすべき光信号 の波長とAOTF180の選択波長特性とがずれている き起こして好ましくないので、AOTF180に印加す スペクトルモニタ192の解析結果は、OADM装置制 **【0117】OADM装置のAOTF180でドロップ** された光倡号が光カプラ194で分岐され、1×4光ス イッチを介して光スペクトルモニタ192に入力されて 作するようにRF信号の制御信号が出力される。

力する。トラッキング回路203はOADM装置制御C 収も適切に行われているか否かを監視し、AOTF20 D198で受光して結果をトラッキング回路203に入 【0118】また、図18で説明したトラッキング回路 186もOADM装置制御CPUと情報を交換し、AO AOTF200によって被長選択されるが、この被長選 0を制御するために、光カプラ199で光を分岐し、P TF182を適切に動作するように制御する。トリビュ ータリ局のアド光信号生成倒では、LDパンク202か 5出力された光が、光カプラ201によって分岐され、

PU193と情報を交換しながら、図18で説明した処 CPU193が取得し、直接AOTF196に印加され する。光カプラ199から出力された光は、光変網器1 196で被長選択を受ける。このAOTF196は、A トラッキング回路203が得た情報をOADM装置制御 97によって変調され、次段で増幅された後、AOTF 里と同様の処理により、AOTF200をトラッキング OTF200と同じ選択波長を有する必要があるので、

AOTF196を通過した光信号は、アド光信号として 光カプラ195で合波され、途中分散補償ファイバで分 散補償されて、AOTF180をスルーした光信号と光 り、同じ波長の光信号を適切に選択することができる。 AOTF200は同じ波長選択特性を有することにな カプラ190で合放される。

るRF信号を制御する。これにより、AOTF196と

れると共に、アド光倩号が正常にアドされているか否か を検出するために、光カプラ191で分岐され、1×4 光スイッチ204を介して光スペクトルアナライザ19 2で解析される。この結果は、OADM装置制御CPU 193で制御信号生成に使用され、AOTF180やA OTF196、あるいは、トラッキング回路203を介 [0119] アド光信号が合放された光信号は、増幅さ してAOTF200を制御する。

2

は、このような状態を検出するようにRF倡号を調整し

て、トラッキングを行う。

できるように構成されており、1つの光信号のスペクト ルの解析が終わったら、データの送出を待たずに、次の 光信号のスペクトルの解析を始めることができるように の光信号の解析を始めるのは測定時間を長引かせ効率的 トルモニタ192が光信号のスペクトル解析が終わった スペクトルの解析とデータの送出とを並列に行うことが なっている。通常、光スペクトルモニタ192において は、光信号のスペクトルの分析とデータの送出とが同じ 位の時間だけかかるので、データの送出を待ってから次 用のOADM装置及びトリピュータリ局からの光信号も 192が高価で、且つ、大型であるため、各所にそれぞ れ散けるのはコスト的にも小型化にも好ましくないから である。そのかわり、光スペクトルモニタ192は、光 でない。そこで、1×4光スイッチ204を、光スペク 【0120】1×4光スイッチ204には、逆方向伝送 入力され、順次切り替えて光スペクトルモニタ192に 入力するようにしている。これは、光スペクトルモニタ ち、次の光信号に切り替えるように制御する。 8

に、AOTF180に印加するRF信号のデータ、スル 蓄積しておく。このROMのデータを用いてAOTF1 ることで、瞬時に所定のRF周波数とパワーを印加する 内部にROMを持ち、AOTF180がドロップする時 一時のRF債号データなど複数のRF債号の印加状態を 8 0 に印加するR F 信号の発振周波数の散定値を変更す [0121] なお、OADM装置制御CPU193は、

【0122】AOTFの全体制御において、動作シーケ

20

(18)

を駆動する。AOTF180の動作が安定したら、光受 最初に駆動し、動作が安定したら、次にAOTF180 信器184でドロップ光信号を受信する。 次にAOTF 196、200を駆動し、動作が安定したら、光変闢器 ンスは以下のようにする。すなわち、AOTF182を 197を駆動し、アド光信号を送出する。

けて立ち上がるようになる。RF債母の立上げ方として ジタル制御することを考え、50~60msをn(nは する。nは、設計時に回路をできるだけ簡単化しながら [0123] 図20は、AOTFへのRF信号の印加の 仕方を説明する図である。AOTFに突然RF信号を印 る。ところで、AOTFはロスが大きいので、通常AO て、AOTFが突然光信号を選択し、光アンプに急に強 度の大きい光が入力されると、光サージ現象が起きてし そこで、RF信号のパワーを50~60msかけて徐々 にいっぱいのパワーまで上げるようにする。 このように すれば、AOTFで選択される光のパワーはRF信号の パワーに一対一に対応するので、光も50~60msか は、アナログ的に滑らかに上昇させる方法もあるが、デ 自然数)ステップに分けてRF債号を上昇させるように まう。これを防ぐためには、光アンプに入力される光が 50~60msの時間をかけて立ち上がる必要がある。 TFの後段に光アンブが挿入される。この構成におい 最適な効果が得られるように設定されるべきものであ 加すると、対応する光信号が突然選択され、出力され

RF信号周波数を変化する必要がなく、制御が容易であ (波長) 及びドロップするチャネル (波長) を固定して おき、チャネル固定型のOADMとして運用する。この ドノドロップするチャネルが固定であるため原理的には 場合、AOTF10に印加するRF信号周波数「1、「 [0124] 以上説明したような、AOTFを用いたO 2、・・・fnを固定することによって実現できる。ア ADMでは、次のようなアップグレードが可能である。 即ち、OADMの初期導入時には、アドするチャネル

9

れる場合には、AOTF10に印加するRF信号周波数 f1、f2、・・・fnを可変にする機能を設けるだけ で実現できる。例えば、図1において、ドロップするチ ャネルを変更する場合には、AOTF10に印加するR F信号周波数を変更するチャネル (改長) に合わせて変 **更すればよい。また、アドするチャネルを変更する場合** には、LD19、8×8カプラから構成されるレーザバ **長多重された光)から選択する改是をAOTF14でチ** ューニングすれば良い。この場合は、AOTF14に印 加するRF債号周波数を選択する波長に合わせて変化さ 【0125】次に、任意のチャネル(彼長)をアドノド ンクを散け、8×8カプラから出力されるWDM光(故 ロップする機能を有する任意波長型のOADMが要求さ

特開平11-289296

[0126] このように、AOTF及びレーザバンクを 用いることにより、OADMのハードウェアをほとんど 変更することなく固定故長型から任意故畏型へのアップ グレードが可能となる。

る。AOTFは、ニオブ酸リチウムの基板に同図太線の ように光導波路を形成し、導波路の交叉する部分に偏光 DT (inter digital transducer) と呼ばれる、御を 交互にかみ合わせたような電極に印加される。10Tに ピームスプリッタPBSを散けている。RF倡号は、1 所定の周波数のRF信号が印加されると、弾性表面波 [0127] 図21は、AOTFの構成を示す図であ 2

い故畏板のような構造を形成する。SAWガイドは、基 板表面に貼り付けられた金属膜であり、SAWはこのガ もおよび、屈折車を周期的に変化させて、基板内部に薄 (SAW) が発生し、基板の表面を伝播する。このSA Wが伝播することによる影響は、基板内部の光導波路に イドに沿って進行する。

長板の作用により、TEモードとTMモードとが入れ替 わる。従って、PBS2での当該改長の進行方向が変わ ちょうど相互作用する故長以外の改長の光は、SAWの 影響がランダムに働き、TEモードとTMモードの入れ 換えが超こらない。従って、そのような改長の光は光出 ドとTMモードとが混在したものであるが、PBS1で TMモードとTEモードに分かれて別々の導波路を伝播 する。ここで、入力された光信号のうち、SAWとちょ うど相互作用する彼長の光があると、上記した、薄い波 り、ドロップ光信号として出力される。一方、SAWと [0128] 光入力から入力される光信号は、TEモー カヘスル一光として出力される。

と、PBS1でTEモードとTMモードとに分岐されて ているので、SAWと相互作用し、TEモードとTMモ 進むが、アド光倡号はドロップ光倡身と同じ改長を有し ードとが入れ替わって、光出力として送出される。この [0129] 同様に、同図のアド光信号が入力される ようにして、光信号のアド動作が行われる。

[0130] ところで、ニオブ酸リチウムは、複屈折の 特性を有しているので、TEモードの伝像速度とTMモ モード変換を受けない改長の光は偏波モード分散を受け たまま光出力として送出されてしまう。 一方、モード変 換を受ける被長の光は導波路内でほぼ周じ時間TEモー ドとTMモードでいるので、両方のモードで伝播する光 ど的長さが同じとなり、偏波モード分散は打ち消されて 一ドの伝搬速度は導波路内で異なってしまう。従って、 9

できる。選択特性の波長幅を狭くすることにより、クロ [0131] なお、このようなAOTFにおいては、導 攻路のパラメータ (長さ等) を適切に避んでやると、ロ スを小さくしたり、選択特性の波長幅を狭くすることが ストークを小さくすることができる。また、SAWガイ ドを斜めに配置したことによっても、波長選択特性のサ

イドローブを小さくすることができたり、RF佰号のパ ワーが少なくて済むなどの効果が得られる。また、PB Sを工夫することにより、ロスの偏波依存性をなくすこ

成では、1 T U - T G. 692で規定される0.8 n **示した図である。同図には、ドロップポートの被長違択** 特性あるいは遜過特性を示している。 同図に示されるよ [0132] 図22は、図21のAOTFの透過特性を M) も0. 65nmとなっている。従って、図21の梅 m開隔のグリッドに配置される波畏をクロストークを少 うに、サイドローブが多く形成され、半値幅(FWH なくして、退択するのは困難である。

これによれば、0.8ヵm間隔のグリッドに配置されて [0133] 図23は、図21のAOTFを3段モノリ シックに基板上に構成し、同一周波数のSAWで波長遠 択した場合の波長選択特性である。 1 段のAOTFの半 竝幅が0.65であるものを3段カスケードに接続する と、彼長遊択特性の幅が広がっているのが同図(a)か らわかる。同図 (a) を拡大したものが同図 (b) であ いる光信号を選択することが特度良くできるようになる り、半値幅が0.39mmとなっていることが分かる。 と共に、サイドローブの位置を開盤することによって、 クロストークをよくすることができる。

[0134] 従って、図5~図12で説明したOADM 按置に使われているAOTFは全て、3段のAOTFを モノリシックに形成し、同一周破数のSAWで破長選択 動作を行わせている構成を前提にしている。

あり、1℃温度が上がると選択波長が0.73nmずれ [0135] 図24は、AOTFの温度依存性に対する 対応技術を説明する図である。AOTFは温度に敏感で てしまう。WDMシステムにおいては、0.8nm関隔 で隣のチャネルの光信号が配置されていることを考える と、AOTFは温度が1℃上がっただけで、隣のグリッ ドの波段を勘択してしまうような特性を有している。従 って、AOTFをWDMシステムのOADM装置に使用 する場合には、温度変化に対するフィードバックをRF も、ペルチェ素子等をAOTFの投面以外に散けてしま 信号あるいは温度制御装置にかける必要がある。温度制 即装置を設けてAOTFの温度を一定に保とうとして

えば、温度勾配が生じるために装面の温度を正確に一定 ことも考えられるが、構造上ペルチェ索子等温度を上下 方法も難しい。しかし、SAWがAOTFの数面を伝播 受けることから接面の温度を何らかの方法で正确に検出 にすることは難しい。また、直接表面の温度を制御する た、温度センサもAOTFの表面の温度を正確に測らな するものであって、AOTFの按面の温度に一番影響を ければならないので、従来の温度センサでは、その股圏 し、牧価の温度に対応した適切なフィードバックをかけ する希子をAOTFの表面に散けることは難しい。ま

破数が温度により敏感に変化することを利用して、AO [0136] そこで、本実施形態では、共仮器の発版周 TFの寮面に共振器を作成して安面の温度を測定する。 その構成を示したのが、図24である。

【0137】3段構成のAOTFの徴の基板の表面上に 周期A、対数NのIDTを設け、共版器を構成する。発 坂回路240は、共坂器用1DTを発援させるように信 号を送信し、共仮器を共振させる。周波数カウンタ24 1は、発坂回路2.40から発振された信号の周波数の

内、共坂器が共坂を起こした周波数をカウントし、その 周波数からAOTFの表面温度を取得する。表面温度の 倡号を送信する駆動回路242に送られる。駆動回路2 情報は、フィードパックとしてAOTFの1DTにRF AOTFに印加するRF信号の周波数を制御し、AOT Fが正確に所留の波畏の光信号を選択できるように調整 42は、温度の変化による選択波長のずれを計算して、 2

【0138】図25は、共坂器の温度依存性を示す図で ある。同図によれば、1DTの周期が20μm、対数が 200本の場合、20℃~70℃の広い範囲で、周波数 の変化がほぼ直線となっていることが分かる。同図によ れば、共复器の温度係数は、−14.1kHz/℃であ る。共長器の周波数は電気回路で検出すれば良いが、通 常の共仮器の共版周改数を180MHzとして、1秒ゲ 一トを使用して共振器の共振周波数を計測したとする と、1万分の1の幇度で温度を測定できることになる。

20

[0139] 従って、上記技術によれば、AOTFの衰 面温度を非常に精度良く測定することができるので、測 定された共振周改数に基づいて、RF信号の周波数を調 盤してやれば、精度の良い透過特性の制御を行うことが

5 選択被長の変化をRF信号の周波数を変えることで補 [0140] なお、上記では、AOTFの温度変化によ 貸する点について述べたが、AOTFの温度を制御する この場合、ペルチェ游子をAOTFの表面に近い位置に 配置し、温度を変化させることによって選択波長を制御 する。この場合、RF佰号で制御するのとは異なり、選 で、経時劣化などによって、選択波畏金体がずれを起こ ことによって、選択波長を制御することも可能である。 択政長全てをスライドするように改長シフトできるの している場合などに有効に使用できる。 Ç

[0141] 図26、27は、3段構成のAOTFの選 図26、27において、AOTFによる週択波長は4つ とし、3段構成のAOTFの各段に、同じ周波数成分を している。AOTFに生成されるSAWは理想的な正弦 故ではないので、福らぎが生じる。従って、周波数成分 にサイドローブが生じ、これにより、選択される波長に クロストークを生じる。AOTFで選択する波長が互い **持つSAWを発生させて、故長選択させる場合を前扱と** 状特性の描らぎと描らぎ防止対策を脱明する図である。

に離れている場合には、サイドローブが非常に小さくな 相を制御して、ピート等を打ち消すようにする。図26 は、3段構成のAOTFの格段に生じるSAWの位相登 ず、進行故としてAOTF上を進行しているので、光信 で、本実施形態では、AOTFに印加するRF倡号の位 がない場合を示している。同図(a)は、4つのチャネ ルを選択するために発生されるSAWが互いに位相独0 るので、クロストークの発生は無視できる程度となる が、互いに近接している場合には、クロストークによ り、出力される光信号のパワーがピートを生じてしま う。また、AOTFのSAWは定在波とはなっておら **号にドップラー効果による改長シフトを生じる。そこ** 。となっていることを示している。

[0142] 同図 (b) のΦは、AOTFの選択波長特 性が時間とともにどのように変化するかを示したもので あり、波長特性の縦軸は線形スケールである。のは、① の縦軸をデンスケ投示したものである。いずれも横軸は 故長である。また、④と倒はスルーポート側の故長遺状 特性を撮形スケールとデジベルスケールで示したもので

20 すことが分かる。この揺らぎは、対応する波畏の光信号 の揺らぎを引き起こす。選択政長の時間の経過に伴う揺 朗のドロップされた光波長のスルー側への漏れ具合を示 改長選択特性は、時間が経過するに従い、 揺らぎを起こ らぎの様子を示したのが⑤であり、⑥は、スルーポート [0143] 同図 (b) の①~④から明らかなように、 をドロップしようとした時、選択波長の光信号のパワ・ したものである。

[0144] 同図 (b) から分かるように、3段構成の A O T F に単純に被長選択のための S A W を発生させた のでは、選択された波長のパワーに揺らぎが生じ、これ が大きくなると強度変調されている光信号のデータを正 [0145] 図27は、AOTFの遺状特性の間らぎを AWの位相を周期的に変えてやる。このように、SAW **坊止する方法を示した図である。同図(a)に示される** ように、本実施形態では、3段構成のAOTFで4つの チャネルを選択する場合、それぞれを選択するためのS 同図 (b) である。〇一〇に示されるように、被長週択 特性の時間経過による揺らぎが抑圧されているのが分か る。ここで図26と同様に①と②は波長選択特性を縦軸 時間経過による変化を重ね事きし、波長選択特性の縦軸 の位相制御を行った場合の改長選択特性を示したのが、 を楾形スケールに採って示したものであり、ወと倒は、 常に受債側で受債できなくなる可能性を示している。 をデンベルスケールで示したものである。

[0146] ⑤はドロップポートに出力される選択被長 のパワーレベルの変化を示した図である。同図(b)の パワーの描らぎが抑圧されていることが分かる。パワー **⑤は、図26(b)の⑤と比較すれば明らかなように、** のレベルはロデシベルから少し下がっているが、これ

**特開平11−289296** 

(20)

は、ドロップポートに出力される光信号のレベル変化を SAWの位相制御で打ち消すことによって生じたロスで ある。また、低には、スルーポートの遊択改長光信号の 畑九具合を示したものである。

[0147]このように、SAWをAOTFに印加する ることによって、ドロップされる光信号のパワーに生じ 場合、3段構成の各段に発生するSAWの位相を制御す た、スルーポート倒でも溺れ光が極端に多くなったりす ることがなくなり、AOTFの改長選択特性が良くなる るピートを抑制することができることが分かった。ま ことが示されている。

るのみではなく、各段に発生するSAWの位相をRF債 [0148] このように、AOTFを単に3段構成にす 号の位相を制御することによって、変えてやることによ って、AOTFの波長辺収特性をよりプレーンなものと することができる。従って、AOTFの政長選択時に生 じるピートを抑制して、歯皮質難された光信号をより正。 確に受信することができるようになる。

[0149] 図28は、AOTF駆動回路の概略構成を 示す第1の例である。AOTF駆動回路を形成するに当 たり、RF債号の発損周波数に対応する固定発援周波数 の発版器を必要とするだけ川意しておき、これらの発版 A O T F を駆動する方法が1つの駆動回路構成方法であ RF俳号を適宜選択してAOTFに加えることにより、

[0150] 同図は、チャネル1用に発展器OSC1が 多田システムで使用される全てのチャネルに対して、猪 チャネル3用に発展器OSC3が、準備され、波長分割 用意され、同様に、チャネル2用に発展器OSC2が、 仮器OSCnまで散けられている。

3

発振器であって、これらが発援する信号をディバイダで それぞれ3つに分割し(AOTFは3段構成で、RF信 F信号に位相遅延を与えるために位相遅延部が設けられ [0151] これちの発展器OSC1~nは固定周波数 **身を印加すべきIDTが1つのAOTFについて3つあ** るとしている)、1つは、位相遅延無しでカプラに入力 される。2つめは、図27 (a) の数にあるように、R ている。同図の場合、1つの位相遅延師で与える位相選 低は120°となっている。

[0152] 発版器OSC1からのRF信号は、ディバ イグで分岐された後、ポート1から出力されるRF信号 は位相遅延無しに、カプラに送られ、1段目のAOTド 2段目のAOTF#2に印加される。また、ポート3か 240°位相遅近を受けてからカプラに入力され、3段 は、120。位相遜坻を受けた後、カプラに入力され、 #1に与えられる。ポート2から出力されるRF情号 5出力されるRF信号は、120。の遅延を2回受け、 **ヨのAOTF#3に印加される。** ş

[0153] 同様に、チャネル2週校用の発展器OSC 2から出力されるRF借号は、ディバイダで分割された

S

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

て、カプラに入力され、AOTF#2に印加される。ポ プラに入力され、AOTF#1に印加される。ポート2 後、ポート1から出力される倡号は位相遅延を受けずカ から出力されるRF信号は、240。の位相遅延を受け ート3からのRF借号は120°の位相遅延を受けて、

れの個号も位相遅延を受けることなく、1~3段のAO 個号はディバイダで分岐された後、ポート1~3のいず [0154] チャネル3用の発板器OSC3からのRF カプラに入力され、AOTF#3に印加される。 TF#1~#3に印加される。

C3までの位相遅延の仕方を繰り返し、発振器OSCn 【0155】後は、同様に、上配発仮器OSC1∼OS までをカプラに結構し、1~3段までのそれぞれのAO TF#1~#3にRF個号が印加される。

か、遅延線を使用する等が考えられる。ただし、トラン スを使用した場合には、債号を取り出す位置によりイン はいえず、また、遅延線はRF信号の波形が崩れる恐れ があるので、本実施形態においては、ケーブルを長くす た場合、RF債号が170MH2の場合、120。選延 欠点を解消するような方策をとれば、使用することがで [0156] 位相遅延節としては、ケーブルを長くする ピーダンスが異なったりするので、あまり、好ましいと ることによって位相選延を与えている。ケーブルを使っ を与えるには、35cm糸分に長くしてやればよく、2 4 0° 遅延を与える場合には、7 0 c m余分に長くして やればよい。ただし、他の方法であっても、それぞれの とか、トランスを散け、傷号を取り出す位置を変えると

を示す第2の例である。図28の場合には、どのような [0157] 図29は、AOTFの駆動回路の概略構成 故長の光信号をもドロップすることができるように、各 する光個号の改長が、対応しない発援器は、散けられて チャネル用の発版器を全て用意していたので、ドロップ いるにも関わらず、使用されない状態となってしまう。 つまり、無駄な発振器を用意していることになる。

数を変化させることによって、対応するような回路構成 も可能である。このような構成の概略を示したのが同図 [0158] ところで、電気信号の発振器は通常発振周 故数を変えることができるようになっているので、発振 器をドロップする波長の数だけ用意しておき、ドロップ する光信号の波長が変わったときには発振器の発振周波

のディバイダによって3つに分けられたRF借号は、そ 段のAOTFのいずれかに印加するためにディバイダで ハイダによって3つに分岐される。このようにして後段 [0159] ここでは、ドロップされる光信号の波長数 は8個であると決められているとする。この場合、発版 器は05C1~05C8の8つのみを散けておく。各発 板器のSC1~0SC8から出力されるRF信号は、3 三分岐され、三分岐されたRF伯号は、更に後段のディ

れぞれ位相遅延無し、120。位相遅延、240。位相 塁延の三種類とされて、スイッチに入力される。 スイッ Fは、AOTFで選択すべき故長の数等から発振器OS C 1 が# 1 ~# 3 の A O T F の各段に印加するべき位相 を選択するためのものである。

[0160] 同図では、発板器OSC1に対応する構成 のみが示されているが、他の発振器OSC2~OSC8 することにより、各発版器05C1~05C8が発援す ~#3に加えることができるので、発援器OSC1~O 別な位相制御を行ったRF信号を印加し、選択された波 こ対応する構成もまったく同じである。このように構成 るRF信号を所望の位相差を付けて各段のAOTF#1 SC8の発振周波数が変わった場合にも、AOTFに適 長の光信号のパワーのビートを平滑化することができ

単位であったが、散計上最も良い位相遅延量を設定す べきであって、本実施形態のように必ずしも120。 に 【0161】また、上記説明では、位相選延量は120 限られたものではない。

システムに適用する光アンプとしては、1.5μm帯に (EDFA) が実用段階にある。しかし、現在世界的に ードファイバ (SMF) 伝送路上で1. 5μm帯信号の 高遠伝送を行う場合、あるいは使用改長帯域で分散値が 界でないnon-zero-dispersion shifted fiber (NZ あるいは分散特性と光ファイバ中で発生する非線形効果 の相互作用で伝送波形が蚤む。WDM伝送システムで分 散特性との相互作用で故形劣化を引き起こす非線形効果 は、伝送波長が1波長の場合にでも発生する自己位相変 闘効果 (SPM) と多波長の場合に発生する相互位相変 関効果(X PM)の2つである。S PM、X PM共、伝 ステムのシステム散計を説明する図である。WDM伝送 最も普及している既設の1. 3μm帯容分散シングルモ -DSF) 伝送路を用いる場合、伝送路の波長分散特性 [0162] 図30は、OADM装置を含むOADMシ 広い利得帯域を持つエルピウムドープファイパアンプ 送光信号に波長チャープを起こさせるものである。 8

[0163] これら光ファイバの分散特性に起因する影 このため何らかの方法でこれらの影響を抑圧する必要が **帰け伝送速度、伝送距離を制限する大きな要因となる。** 

【0164】 抑圧する方法として、伝送路で発生する分 数と逆符号の分散を有する分散補償器を伝送路に挿入

ş

れている。また、送信部で予めプリチャープをかける方 法 (ペースパンド信号の光強度変調成分以外に波長分散 による広がりを抑圧するために光位相または光周波数変 5。分散補償器としては、ファイバグレーティングを用 いたもの、光干渉計を用いたもの、伝送路と逆の分散特 調を意図的に施す方法)、プリチャープと上記分散補償 性を持つ光ファイバを用いたもの等様々な方法が提案さ し、全伝送路の分散を小さくする方法が提案されてい

器との組み合わせで行う方法が提案されている。

(22)

分散値、非線形係数、非線形効果の効率に大きく影響す れるため、波長によって伝送ルートが異なる。この場合 [0165] 実システムにおいては、使用する伝送路の これらばらつきが生じた場合でも伝送特性に影響を与え クにおいては、各故長は任意のノードで、分岐、挿入さ ない方法を適用する必要がある。また、光改ネットワー る各波長の伝送路入力光パワ一等にばらつきが生じる。 にでも伝送品質を保持する必要がある。

【0166】従って、本実施形態では、プリチャープと 分散補償器とを組み合わせ、さらに分散補償機の挿入位 置、分散補償量、送償部でのプリチャープ量(αパラメ 一タ)の最適化により問題を解決する。

分散補償手段の補償量は、例えば、-700ps/nm プ間やOADM装置間等ノード間の伝送路のことをスパ である。また、途中に入れられるノードとしての分散補 のとき、受債邸でのトレランスは±200ps/nmと [0167] 以下に、具体的に脱明する。OADMシス テムは、同図(a)に示されるように、送信部と受信部 の聞を伝送路で結び、伝送路中に、光アンプや分散補償 送信部は、各電気信号を波長入1~入nまでの光信号に れた光信号がマルチプレクサMUXによって改長多重さ れ送出される。该長多重された光信号は光アンプで増幅 され、分散補償手段によって分散が補償されてから再び 光アンプで増幅されて、伝送路に送出される。伝送路の 分散量を16ps/nm/kmで、80kmで(光アン ンと呼ぶ)、4スパン(送信局と受信局の間にノードが 3つ入っている構成を示す。同図の場合、ノードとして 2 つの光アンプと分散補償手段の組み合わせ2つとOA DMノードが1つ入れられている。)の場合、送信部の **賃手段の分散補償量は例えば−1200ps/nmであ** る。受信部は、光アンプに挟まれた分散補償手段と、波 **長多重された光信号を分故するデマルチプレクサDMU** Xと、分政された被長の光信号を電気信号に変換するO / E装置とからなっている。ここで、受信部の分散補償 手段の補償量は例えば−1200ps/nmである。こ 変換するE/O装置が散けられ、これらによって生成さ 手段、OADMノードが接続された構成となっている。

定してやると80kmを4スパン伝送する政長分割多重 [0168] このように、各分散補償手段の分散監を設 システムにおいては、最適な分散補償をすることができ る。同図(b)は、分散補償手段を構成する場合の光ア ンプとの組み合わせの変形例を示した図である。

ブを散ける。ここで、所定のレベルまで増幅された光信 【0169】同図(b)上段は分散補償手段が非線形効 る。先ず、分散補償手段のロスを補償し、しかも分散補 所定のレベルまで光信号のレベルを増幅する前段光アン **貫手段内で非線形効果が起こらないようにするために、** 果を示しやすく、しかもロスが大きい場合の構成であ

号は、分散補償手段に入力され、分散補償される。分散 補償手段から出力された光信号は、後段の光アンプによ って、例えば80km伝送し、次の光中継器まで光信号 特閒平11-289296

は、増幅されないまま分散補償手段に入力され、分散が [0170] 同図 (b) 中段は分散補償手段のロスが小 分散補償手段のロスが小さいので、分散補償手段を通過 さい場合に可能な構成である。伝送されてきた光信号 補償されてから、光アンプで増幅される。この場合は、 を送信するのに必要なレベルまで増幅される。

した後の光信号のレベルがあまり小さくなっていないの で、後から光アンプで増幅してもSN比をあまり悪くす [0171] 一方、同図 (b) 下段は、分散植償手段が 2

い情号となるが、分散補償手段が非線形効果をあまり示 さないので、非線形効果による波形劣化を招く恐れがほ 果をあまり示さない場合に可能な構成である。この場合 には、光アンプで光信号を増幅してから分散補償手段に とんどない。従って、先に光アンプを散けることが可能 である。このとき、分散補償手段のロスが大きくても先 に光アンプで増幅しているので、分散補貨器を通過した ファイバグレーティングを使ったもののように非線形効 入力している。光アンプで光信号は非常にパワーの大き 後でも十分なSN比を維持することができる。 20

を使うことが一般的であるが、分散補償ファイバは、ロ り大きいと非線形効果を示すので、入力する前には、所 [0172] 分散補償手段としては、分散補償ファイバ スが大きく、しかも入力する光倡号のレベルが所定値よ 定値より小さいレベルまで光倡号を増幅し、分散補償後 再び遠くまで伝送するために光パワーを挙げてやる必要 がある。従って、分散補償ファイバを分散補償手段とし て使用する場合には、同図(b)の上段の構成を使用す るのが好ましい。

り、トリピュータリ局からOADM装置を通って受信部 に送信される光信号と同様に分散補償を受けられるよう [0173] 図31は、OADM装置部分の分散補償の ための構成を示す図である。OADM装置では、ドロッ プされる光信号に対しては、図30の送信部から受信部 に分散補償器を配償し、トリビュータリ局に送信するよ うにする。一方、アドされる光信号に対しては、やは

に送信される光信号は、図30の送信部から受信部に送 倩される光信号と同様の分散補償が受けられるように構

**\$** 

た光信号は、図30の伝送路中に散けられる分散補償手 有する分散補償手段によって分散補償され、OADM装 かったようにそのまま伝送されていく。一方、ドロップ 段の分散補償量と同じ-1200ps/nmの補償量を 置に入力する。スルーする光信号は、OADM装置がな **【0174】同図 (a) では、送信側から伝送されてき** 

される光信号も-1200ps/nmの補償を受けて、 ドロップされトリピュータリ局に送信されるので、トリ 20

S

になる。アドされた後は、他の光信号と同じように分散 ピュータリ周で受信されるときは、図30の送信部から 受けることができる。一方、アドされる光倡身は、アド 受信部にスルーして受信される光信号と同じ分散補償を る分散植質手段が散けられる。従って、トリピュータリ **闹からそのまま送出された光僧身は、アドポート側の分** 000μ8/nmの補償盘を有する分散補償手段に対応す 散補債手段によって、図30の送信師でうける補償に対 ボート側に、図30では、送信器に散けられていたー7 応する分敗補債を受けてOADM装置で7 ドされること 植倒されるので、トリビュータリ局からアドされる光信 **身も、受債順に送債されるときには、図30の送債部か** 5受信部にスルーして送信される光信号と同様の分散補 悩を受けて伝送される。

[0175] このように、OADM装置をスルーする光 信号も、アド・ドロップされる光信号もそれぞれの協局 である。OADM装置の中には、光信号をドロップする に伝送される間に同じような仕方で分散補償されるよう 【0176】 同図(b)は、OADM装屋の別の構成例 ためのAOTF等の分岐回路と、光信号をアドするため の光カプラ、AOTF、あるいは合政器等の挿入回路と ドロップされる光信号も、図30の送信部から受信部に OADM装屋の前段には、補償盘-1200ps/nm ドは光カプラ等で行うという構成をしており、図5~図 の分散補償手段が設けられており、アド側には、一70 に分散補償手段をネットワークに組み込むようにする。 が散けられている、周図(a)で述べたように、アド・ スルーする光信号と同じように分散補償をするために、 (b) の構成は、AOTFをドロップ専用に使用し、ア | 2に示したOADM装置の具体的構成に対応してい Ops/nmの分散補償手段が設けられている。同図

[0177] 図32、33は、送信郎、受信邸、及びO ADM装置のアド側、ドロップ側に設けられる分散補償 年段の構成例を示す図である。送信部、受信部及びOA DM装置のアド側、ドロップ側は、伝送路の極時劣化や が好ましい。そこで、分散補償手段を補償盘の可変な構 **喉損回復による釣入れ等により補償量を調整できること** 成とすることが有力である。

【0178】図32 (a) は、1∼nの補償量の異なる を各分散補償手段毎に散けておいて、いずれかの分散補 11 の異なる補償盘を有する分散補償手段のいずれかを通 分散補償手段(例えば、分散補償ファイバ)を設け、入 力された光信号を光カプラで等しく分岐し、光スイッチ って出力されることになり、最適な分散補償手段を選択 することにより、伝送路の伝送特性の変化に対応するこ **債年段を選択するようにする。従って、光盾号は、1~** とができるようになる。

有する分散前債手段を散けると共に、出力側に1×n光 50 回路が形成されているため、後段に散けられている分散 [0179] 図32 (b) は、1~nの異なる補償**品**を

5。入力された光信号は、光カプラで分岐され、全ての スイッチを設けている。このようにすれば、1~nの分 散補償手段それぞれに光スイッチを設ける必要がなくな ×n光スイッチで、最適に分散補償された光倡号を選択 分散補償手段に等しく入力され、分散補償されるが、1 して出力するようになっている。

[0180] 図33 (a) は、入力側に1×n光スイッ チを股け、1~nの分散補償手段のいずれか1つ、最適 に分散補償することのできる分散補償手段に光信号を入 力するように構成されている。1×n光スイッチで光路 が選択された光信号は、対応する分散補償手段を通過し て、光カプラを介して出力される。

の1×nスイッチは、光信号が入力された分散補償手段 【0181】図33 (b) は、光カプラを使用する代わ 1~nのいずれかの分散補償手段に入力される。 出力側 入力した光信号は1×n光スイッチで光路が決定され、 りに1xn光スイッチを使用する構成例を示している。 からの光信号を通過させるように光路をスイッチング し、光信号を出力させる。

[0182] 図33の構成は、図32の構成に比べ、光 借号のパワーの減少を少なくすることができる。 すなわ ち、図32では、入力された光信号は、実際に分散補償 **手段に入力されるか否かに限らず、等しく分割されてし** まうのでパワーは、分割数分の1となってしまう。しか チにより、1~nのいずれかの分散補償手段に全てのパ し、図33の構成では、入力した光信号は1×nメイッ ワーが送られることになるので、実際には使用されない 光路に光信号のパワーを分割して送出してしまうことが

[0183] 図34~37は、分散補償するための構成 し、あるいは、異なる分散補償ファイバ等の分散補償手 の変形例を示した図である。図34は、光スイッチまた 段を直列に接続し、分散補償手段を複数通過させること により、光信号の分散補償を最適化してやろうというも のである。入力した光信号は、分散補償手段を通過する が、分散補償手段の後段に散けられた光スイッチ341 により、光路が変えられ、光スイッチまたは光カブラ3 40~と送られ、出力される。どの光スイッチで光路が 切りかえられるかにより、通過する分散補償手段の数が は、光カプラ340を使用した例であり、補償量が同 異なるので、補償される分散の最も異なってくる。

[0184] 図35は、迂回路を作って、光信号が通過 直列に接続されている分散補償手段のそれぞれの前段に の大段の分散補償手段を光信号に通過させるか否かが決 定できるようになっている。同図の構成の場合には、迂 入力した光俏号は、光スイッチ350によって次段の分 は、光スイッチ350が散けられており、各光スイッチ 散補償手段を迂回するか通過するかが切り換えられる。 する分散補償手段の数や種類を変えてやる構成である。

補償手段に光信号を通過させるのに、前段の分散補償年 段を通過させる必要がないので、分散補償手段によって 補償する分散補償量の大小をより自由に股定できる。

[0185] 図36は、図34の変形例である。各分散 により、最も良く分散補償された光倡母を光スイッチ虫 たは光カプラ361に送ることができる。光スイッチま り、光信号が分岐されるようになっている。この構成に よれば、同構成で可能な分散補償量の種類を受けた全て の光信号が、それぞれの光スイッチ360まで送られて きており、光スイッチ360の内1つを聞いてやること たは光カプラ361からは、このようにして選択された 光カプラ361に送られるか否かに関わらず、光カブラ 手段に入力される光信号ほどパワーが小さくなってしま る。ただし、この構成では、光信号が光スイッチまたは 3 8 2 によって分岐されてしまうので、後段の分散補償 補償手段の後段には、光カプラ362が投けられてお **最も良く分散補償された光債号を送出することができ** うという性質がある。

各分散補債手段の後段には光カプラ370が設けられて おり、各分散補償手段によって分散補償された光倡号が 光スイッチ371に入力される。光スイッチはさまざま な分散補償を受けた光倡号のうち最も良く分散補償され は、分散補償手段を順次通過するうちに、その後段の光 カブラ310で分岐されてしまうことにより、パワーが [0186] 図37は、図36の更なる変形例である。 た光俳号を選択して出力する。この場合にも、光俳号 小さくなってしまうという性質を持っている。

8 波多重した場合において、80kmを4スパン伝送し 30 [0187] 図38、39は、分散補償と波形劣化特性 たときの波形劣化を示している。伝送路(シングルモー ドファイバ; SMF) への入力光パワーは1 チャネル当 アイパを使用せず、中継器と受債局で同じ大きさの分散 1のブリチャーブを行っており、送傷局では分散補償フ 【0188】151劣化とは符号間干渉による劣化品の ことであり、信号の坂幅方向の劣化を投している。18 たり平均で+10dBm、送信局側でαパラメータニー について示した図である。図38は、10Gbpsで、 補償量を持つ分散補償ファイバで分散補償している。

1 劣化は、0 %に近いほど良い。位相マージンは、光信 号のオン/オフパターンの時間方向のずれの虽など、光 債号の位相方向の劣化量を救すものであり、100%に の上から突出しているグラフの1 S 1 劣化が1 0 %であ [0189] 今、光倡号の劣化品の酢容範囲を151劣 化が10%、位相マージンが70%であるとする。同図 とが分かる。一方、同図の下から突出しているグラフの る部分で持つ幅が、いずれのチャネルに対してもほぼ1 000~1200ps/nm/unitの範囲にあるこ 近いほうが良い。

【0190】上配両者の範囲の重なった部分が、分敗補 慎量のトレランスである。このトレランスが広いほうが 図39は、図38の条件において、送信局で受信周と同 じ畳の分散補償をしており、中継器は送信周や受信周の 分散補償量の2倍の分散を行っている。また、送信周で は、送信局でαパラメータ=+1のプリチャープを行っ 良いのであるが、同図では、非常に扱いことが分かる。 nitの範囲であることが分かる。

[0191] 同図ではトレランスの広がりがわかりにく いが、送信仰で分散補償を行うとともに、ロバラメータ が正のブリチャーブを行うことによって、分散トレラン スを広くすることができる。

[0192] これをわかりやすく示したのが図40であ る。図40は、位相マージンが70%以上である場合の 分散トレランスを示した図である。

合を示す。同図は、10Gbpsの伝送湖度で、16故 [0193] 同図 (a) は、送信回でaパラメータ=+ 送信側でロバラメータロー 1 のブリチャーブを行った場 グラフの上方に位相マージンが70%以上を満たす上眼 1のブリチャーブを行った場合を示し、同図(b)は、 改長多重し、4スパン伝送したものである。同図では、 が示されており、グラフの下方に下限が示されている。 この上限と下限の間が分散トレランスである。同図 20

(b) のように、送信回で角のプリチャープを行った場 合には、上限と下限がほとんどくっついてしまい、トレ し、周図(a)のように、送信側で正のブリチャーブを 行った場合には、上限と下限に幅があり、分散トレラン スが大きく取れることが分かる。分散トレランスが大き いということは、中樵器(インラインアンプ)の分散補 貸量を一定に保っていても、伝送路のスパンの長さの変 ることを示している。これは、光信号の分岐、個人や値 化によらず同じ伝送特性で光信号を伝送することができ しまったり、伝送路劣化により伝送路の長さは同じでも 光信号の感じる光路長が長くなってしまったりした場合 こもインラインアンプの分散補償量を変えずに済む許容 **復時の割入れ等によって、伝送路のスパン及が変わって** 臣が大きいということであり、実際のシステムを構築す ランスがほとんどないことが示されている。これに対

クを構築する際に必要とされる冗長構成 いくスプロテク ション) の構成例を説明する。図41は、2ファイバB [0194] 以下に、OADM数置を使ってネットワー LSRのOADMノードの構成を示した図である。

る上で有利になる。

[0195] 同図では、32波を多重する改良分割多由 ンステムを前径に説明する。 BLSRでは、2ファイバ で上り伝送路と下り伝送路の冗異化を行うため、被長チ ヤネルの半分を現用(Work)、残り半分を予備 (Protoc の通信には、故長21~216を現用として使用し、東 tion) として使用する。例えば、同図では、函から取へ

> 位相マージンが70%である部分の幅が、いずれのチャ ネルに対してもほぼ1150~1300p8/ぃm/u

> > 多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

(54)

特伽平11-289296

から西への通債には、故畏117~132を現用として

を通って、西側に送出される。 なお、波長 11~ 116 [0196] 正常時は、西から来た光信号は、1×2カ 波長11~116までを現用として使用している波長A dd/Drop部412に入力される。 跛長Add/D гор部412から出力される光信号は、光ループバッ クスイッチ413を通って1×2カプラ414を介して 伝送路に送出される。同様に、東から西に光信号を送信 する場合には、1×2カプラ419から光ループバック スイッチ418を介して波艮Add/Drop部417 に入力される。彼長Add/Drop部417では、改 長111∼132を現用として使用している。 跛長Ad d/Drop部417から送出される光信号は、光ルー プパックスイッチ416を介して、1×2カプラ415 と波長117~132は、それぞれ同じ情報を常に運ん プラ410から光ループパックスイッチ411を通り、

が切り換えられ、1×2カプラ414から東側へ送出さ ル切断が起こり、西側へ光信号を送債できない、あるい 光ループバックスイッチ411は、西側からのパスを切 斯し、1×2カプラ419からの光信号を改長Add/ Drop部412は、改長11~116の光信号を現用 2カプラ414を介して東側へ送出する。1×2カプラ ッチ418を介して波艮Add/Drop部417に入 された光信号は、光ループバックスイッチ416で光路 部417の現用装置により処理されるようになる。すな の装置で処理し、光ループパックスイッチ413と1× て、出力する。 淡長Add/Drop部417から出力 は、西側から光信号を受信できなくなったとすると、東 国から送られてくる波長11~116の予備回線が波長 故長117~132の現用回線が改長Add/Drop わち、東側から送られてきた光信号は、1×2カプラ4 Drop部412に送信するようにする。 波長Add/ 419からのもう一方の光信号は、光ループバックスイ [0197] ここで、図42に示すように酉皗にケーブ Add/Drop部412の現用装置により処理され、 に、光ループパックスイッチ411にも送られている。 19で光ループバックスイッチ418に送られると共 力され、波長117~132までを現用装置で処理し

[0198] 図43に示すように、東側にケーブル切断 が生じた場合は、上記説明と同じであって、ただし、光 ループパックスイッチ418が上記説明の光ループパッ 413が上記説明の光ループパックスイッチ416の動 クスイッチ411の動作をし、光ループパックスイッチ 作をするようになる。

艮Add/Drop匍417では、現用と予備を入れ換 1.2で現用として使う故長と予備として使う故長とを故 [0199] 同図のように、波艮Add/Drop部4

d∕Drop的431及び予備改長Add∕Drop部

432に入力されて、処理される。現用及び予備の波長

ය

ブバックスイッチ434、435及び光1+1プロテク ションスイッチ433を介して、それぞれ現用波長Ad

身の折り返しが必要になった場合に、光信号の故長変換 えて使用することにより、ケーブル切断が生じて、光信 を行う必要がなくなる。従って、装置の構成を簡単化で き、コストの低減に寄与するところが大きい。

【0200】 同図のような装置構成は、BLSR (Bidi rectional Line Switch Ring )という名前が示すよ うに、リング状のネットワーク (図44、45参照) に

MノードAでは、図42のようにルーブバックスイッチ 411、416が切り替わる。また、OADM/ードD 【0201】図44は、正常時のリングネットワークを 示す。OADM/ードA、B、C、Dは図41にて説明 したOADMノードと同一の状態にある。図45はOA DMノードAの西側で光ケーブル断が生じた場合のリン グネットワークの構成を示す図である。この場合OAD では、図43に示すようにループパックスイッチ41 3、418が切り替わる。

が設けられ、東側から西側へ向かう回線には、現用の政 り、例えば、32波のチャネルを現用と予備に分ける必 要はなく、32波すべてを現用として使用することがで ノードの構成を示す図である。4ファイバBLSRにお 西側から東側へ向かう回線には、現用の破長 A d d / D op部432が設けられている。また、4ファイバBL [0202] 図46は、4ファイバBLSRのOADM r o p 部 4 2 3 と予備の被長 A d d / D r o p 部 4 2 4 長 A d d / D r o p 節 4 3 1 と予備の波長 A d d / D r SRにおいては、伝送路も現用と予備が設けられてお いては、波長Add/Drop部b2重化されており、

ションスイッチ425に入力する。光1+1プロテクシ ョンスイッチ425では、現用回線と予備回線の切り替 えを行う。一般に、現用の液長Add/Drop酢42 【0203】1+1プロテクションにおいては、現用伝 送路と予備伝送路に常に同じ情報が流されている。通常 動作では、西側から入力された光信号は、光ループパッ +1プロテクションスイッチ425から出力された光信 号は、それぞれ現用の波長Add/Drop 齨423あ れ、処理された後、光1+1プロテクションスイッチ4 22に入力される。光1+1プロデクションスイッチ4 クスイッチ426、427を通過し、光1+1プロテク 3には、SN比の良い回線の光信号が入力される。光1 るいは予備の波長Add/Drop部424に入力さ

22では、現用と予備の切り替えが行われ、出力された 光信号は、光ルーブパックスイッチ420、421を介 【0.204】東側から西側へ送られる光信号は、光ルー して東側へ送出される。

Add/Drop部431、432から出力された光信 プパックスイッチ428、429を介して西側へ送出さ 身は、光1+1プロテクションスイッチ430、光ルー

ロテクションスイッチ425を介して現用の故長Add ープパックスイッチ428に入力されるが、西側へは送 回線から入力された光倡号は、西側のケーブル切断等に スイッチ426は、転送されてきた光値号を光1+1プ /Drop部423に入力する。この光信号が現用の故 **費Add/Drop節423から出力されると、光1+** [0205] 図46のOADM/ードによりリングネッ トワークを構成した場合の例を図47に示す。図46の ノードの西側のケーブルがすべて切断などにより使用で きなくなった場合には、このノードで折り返し転送が行 われる。東側の現用回線から入力した光信号は、そのま 現用の波長Add/Drop部431から出力された光 間号は、光1+1プロテクションスイッチを介して光ル 予備回線を使って東側へ送信される。 一方、東側の予備 より、光ループパックスイッチ435によって、光ルー プパックスイッチ426に転送される。 光ループパック 1 プロテクションスイッチ422、光ループバックスイ 生現用の波長 A d d / D r o p 部 4 3 1 に入力される。 信されず、光ループパックスイッチ421~転送され、 ッチ420を介して東側へ現用回線を使って送信され

420が、光ループバックスイッチ435と426の駒 パックスイッチ428の動作を光ループパックスイッチ 【0206】図48のOADM/一ドAの動作が以上の 説明に対応する。東側のケーブルがすべて使えなくなっ た場合は、上記説明と同様であって、ただし、光ループ 作を光ループパックスイッチ427と434が行う。

説明に対応する。4ファイバBLSRでは、現用の改長 ても対応することができる。例えば、図49に示すよう に、現用の波長Add/Drop部423が故障し、西 側へ向かう現用回線が同時に切断されたとする。このと きは、東側の現用回線から入力された光信号は、現用の 改長Add/Drop 餠431を介して光1+1プロテ れ、光ループパックスイッチ429を介して酉個へ送出 パックスイッチ420に送られ、現用回線を使って、東 は、光1+1プロテクションスイッチ425℃予備の設 長Add∕Drop部424に送られる。予備の改長A d d/Drop部424から送出された光信号は、光1 +1プロテクションスイッチ422によって、光ループ [0201] 図48のOADM/--ドDの動作が以上の Add/Drop部の故障と伝送路の切断が同時に起き クションスイッチ430でパスが予備側に切り換えち される。一方、西伽の現用回線から入力された光信号

9

20 なった、あるいは、現用の改長Add/Drop部が使 [0208] このように、伝送路の現用回線が使えなく

**梅開平11-289296** 

(36)

えなくなった場合には、光1+1プロテクションスイッ チ430が現用と予備を切り替えて障害を克服する。

光指号は、BD-WDMカプラ440で分岐され、光ル r o p部のうち、被長117~132を扱う(被長多重 債号は光ループバックスイッチ446を介してBD-W DMカプラ447に入力され、現用回線を使用して西側 チ441を介してBD-WDMカプラ440で西向きの ープパックスイッチ442を介して現用嵌長Add/D で、BD-WDMカプラとは、Bi-Directional-WDM カプラという意味である。装置444から出力された光 に送出される。一方、現用回線を介して西側から入力し た波長11~116の光信号は、光ループパックスイッ 皮長11~116を扱う装置443に入力される。装置 443から出力される光信号は、光ループパックスイッ [0209] 図50は、1つのファイバで両方向伝送を **庁うシステムにおける2ファイバBLSRのノード構成** である。同図の構成では、現用回線の東側から入力した 数を32と仮定している)装置444に入力する。ここ チ445を介して現用の波長Add/Drop酢の内、 2

[0210] このように、1つのファイバで両方向伝送 116とし、東から西に向かう信号を改長117~13 を行う場合は、互いに逆方向に伝播する光信号の干埗が 例えば、周図では、西から東へ向かう倡号を改長11~ 大きくならないように、異なる改長を使うようにする。 光信号と合波されて現用回線を東向きに伝送される。 2としている。

2

[0211] 通常時における予備側の動作は、現用側の すなわち、西から東へ向かう光信号の故長は117~1 32であり、東から西へ向かう光信号の故長は11~1 動作と同じであるが、使用される改長が異なっている。 ಜ

16となっている。

Drop部の改長11~116を処理する装價443に する。すると、波長11~116の光信号は、東側から れ、光ループパックスイッチ450を介して光ループパ プバックスイッチ441を介してBD-WDMカプラ4 ドの西側の伝送路が現用も予備も使用できなくなったと 予備回線を使って、BD-WDMカプラ448に入力さ ックスイッチ445に転送される。光ループパックスイ [0212] ここで、図51に示すようにOADM/ー ッチ445は、転送された光俏号を現用の故長Add/ 入力する。装置443から出力された光信号は、光ルー 40に入力され、東側へ現用回線を使用して伝送され

の光信号は、光ループパックスイッチ442を介して装 【0213】一方、東側から現用回線を使ってBD-W された光信身は、光ループパックスイッチ446で、光 DMカプラ440に入力した、故長117~132まで 置444に入力され、処理される。装置444から出力 ループパックスイッチ449に転送され、BD-WDM

カプラ448を介して、予備回線を使って東側へ送出さ

[0214]また、図52に示すようにOADM/ード の東側の伝送路が現用、予備共に使えなくなった場合に トン、光ルーブパックスイッチ446と449の助作を光 は、上記と動作は同じであるが、光ループパックスイッ チ450の動作を光ループパックスイッチ453が行 ルーブパックスイッチ441と453が行う。

た、図54は、OADMノードAの西側でケーブル断が {0215} 図53は、図50のOADM/一ドを用い ードAでは、図51と同様にループパックスイッチ44 — FDでは図52と同様に、ループパックスイッチ44 生じた場合の例を示す図である。この場合、OADMノ 5、446、449、450が助作し、またOADM/ てリングネットワークを構成した場合の図である。 ま 1、442、453、454が助作する。

【0216】なお、図41~図53において説明したえ 1~ 3 3 2 の光信号は、北米 S O N E T O C 一 1 9 2 XはOC-48、OC-12年に対応したソレー4構成 在有寸る。

[0217] 図55は、光1+1プロテクションスイッ 1 プロテクションスイッチによって冗長化がなされてい チの構成例を示した図である。OADMノードは光1+ るが、光1+1プロテクションスイッチが故障した場合 には、冗異化が機能しなくなるので、光1+1プロテク ションスイッチそのものも冗異化しておくのが好まし

チ462~465を通過した光信号は、2×1カプラ4 [0218] 入力側から入力された光信号は、2×1カ プラ460、461によってそれぞれ2分岐され、ゲー 66、467から出力側に出力される。2×1カプラ4 トスイッチ462~465に入力される。 ゲートスイッ 66と467の内、いずれがが核障した場合には、ゲー て、光信号を送り出すようにする。また、2×1カプラ 460、461のいずれか一方が故障した場合には、ゲ 3、465のいずれかを聞いた状態にし、もう一方を関 トスイッチ462、463か、ゲートスイッチ464、 465のいずれかを聞いた状態にし、もう一方を閉じ ートスイッチ462、464か、ゲートスイッチ46 じて、光倩号を送出するようにする。

[0219] このように、ゲートスイッチ462~46 61、466、467のいずれかが故障しても対応する 5を切り替えることによって、2×1カプラ460、4 ことができる。

[0220] 図56は、光伝送路において、再生器をど ンプ470-1~470-4が設けられ、これら光アン る。同図(a)に示されるように、光伝送路には、光ア ブ470-1~470-4を所定数中継した後再生器4 のように仰入するかに関する考え方を説明する図であ 71で光信号の再生を行う。

20 【0221】同図 (b) には、光アンプ470−1~4

70-4を中継される間の光信号のレベルの変化とSN 光の劣化の様子を示している。同図(b)に示されるよ 4 でそれぞれ増幅され、伝送路を伝播するに従って域套 するということを繰り返している。従って、光倡号のレ を配置しておけばよい。しかし、同図(b)のSN比の E (Amplified Spontaneous Emission) というノイズ が積み重ねられていくので、SNKは畚々に悪化してい うに、光信号のレベルは光アンプ410-1~410-グラフに示されるように、光アンプでは、光信号にAS く。SN比の劣化は、劣化すればするほど悪化の仕方か ペルのみに着目すれば、伝送路に適当な間隔で光アンプ 小さくなっていくが、そのような状態になると光信号の 情報を正確に読み取ることができなくなってしまう。従 って、SN比が碼くなりきらない内に、再生器471を 使って光信号の再生を行わなくてはならない。 再生器4 7.1は、受債した政長多重された光債号を各政長に分政 し、各嵌長毎に光受信器ORで光受信し、3R処理を行 って塩気信号を生成し、この亀気信号で光送信器OSで 光信号に変換して送出する。各波長毎に再生された光信 身は互いに合波されて波畏多重光信号として伝送路に再 び送出される。

直線型のネットワークでは、所定数の光アンプを通過し が、リングネットワークであって、しかも冗長化がなさ れている場合には、予備のパスが使用された場合におい ても、所定数の光アンプを通過したら再生器を敗けるよ 予備のパスを使用した場合には上手く行かない場合が生 じる。従って、5つの以下の光アンプ、例えば、3つを 早めに光信号を再生することになり、また、高価で構成 の複雑な再生器をより多くネットワークに組み込むこと になるが、これは、ネットワークのパフォーマンスとコ 【0222】このような再生器471を散ける方法は、 たら、そこに再生器471を設けるようにすればよい うに、再生器の配置を最適化する必要がある。一般に、 5つ光アンブを通過した後、再生器を入れるとすると、 通過したら再生器を入れるようにする。これによれば、 ストを鑑みて最適化されるべきものである。 0223

【発明の効果】本発明によれば、回路構成が簡単で、安 価な任意政長型OADM装置及びシステムを構築するこ とができる。

[図面の簡単な説明]

[図1] AOTFを用いたOADM装置の基本的原理を [図2] 実際のAOTFを使用してOADM装置を構成 示す図である。

[図3] AOTFを使ったブロードキャスト対応のOA 【図4】OADM装置内のAOTF及び伝送路の冗長構 ト る場合の基本的構成例のプロック図である。 DM装匠の構成例を示すプロック図である。 **せを示す原理的図である。** 

[図5] AOTFを使用したOADM装置の具体的構成

の第1の例を示す図 (その1) である。

[図6] AOTFを使用したOADM装置の具体的構成 の第1の例を示す図 (その2) である。

[図7] AOTFを用いたOADM装置の具体的な構成 【図8】AOTFを用いたOADM装置の具体的な構成 の第2の例を示す図(その1)である。

[図9] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成の の第2の例を示す図(その2)である。

[図10] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成 第3の例を示す図 (その1) である。

2

[図12] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成 [図11] AOTFを使ったOADM装置の具体的構成 の第3の例を示す図(その2)である。 の第4の例を示す図 (その1) である,

【図13】アド光倡号を生成するための光を供給するた めに使用されるレーザパンクの構成及び概念を説明する の第4の例を示す図 (その2) である。

【図14】OADM装置におけるドロップ用AOTFの [図15] OADM装置におけるドロップ用AOTFの 別御方法を脱明する図(その1)である。

8

[図] 6] OADM装置におけるドロップ用AOTFの 別御方法を説明する図(その2)である。 引御方法を説明する図(その3)である。

【図17】OADM装置におけるドロップ用AOTFの 【図18】OADM装置におけるドロップ用AOTFの 制御方法を説明する図(その5)である。 則御方法を説明する図(その4)である。

[図19] OADM装置におけるドロップ用AOTFの [図20] OADM装置におけるドロップ用AOTFの [図22] 図21のAOTFの透過特性を示した図であ [図21] AOTFの構成を示す図である。 制御方法を説明する図(その7)である。 制御方法を説明する図(その6)である。

[図23] 図21のAOTFを3段モノリシックに基板 上に構成し、同一周故数のSAWで波長避択した場合の 故長選択特性である。

[図24] AOTFの温度依存性に対する対応技術を脱 明する図である。

[図26] 3段構成のAOTFの選択特性の福らぎと福 【図27】 3段構成のAOTFの選択特性の揺らぎと揺 [図28] AOTF駆動回路の概略構成を示す第1の例 【図25】 共振器の温度依存性を示す図である。 らぎ防止対策を脱明する図(その1)である。 らぎ防止対策を脱明する図(その2)である。

[図2:9] AOTFの駆動回路の概略構成を示す第2の 別を示す図である。 を示す図である。

特閒平11-289296

(28)

[図31] OADM装配部分の分散補償のための構成を テム股計を説明する図である。

岡、ドロップ側に散けられる分散補償手段の構成倒を示 [図32] 送信部、受信部、及びOADM装屋のアド す図 (その1) である。

**期、ドロップ側に設けられる分散補償手段の構成例を示** [図33] 送信部、受信部、及びOADM装置のアド す図 (その2) である。

[図34] 分散補償するための構成の変形例を示した図 [図35] 分散補償するための構成の変形例を示した図 (その1) である。 (その2) である。

[図36] 分散補償するための構成の変形例を示した図 (その3) である。

[図37] 分散補償するための構成の変形例を示した図 (その4) である。

[図38]分散補償と改形劣化特性について示した図 [図39] 分散補償と政形劣化特性について示した図 (その1) である。

[図40] 位相マージンが70%以上である場合の分散 トレランスを示した図である。 (£02) rb5.

[図41] 2ファイバBLSRのOADMノードの構成 を示した図である。

[図42] 2ファイバBLSRのOADM/ードのブロ テクションパスを説明する図 (その1) である。

[図43] 2ファイバBLSRのOADMノードのプロ [図44] OADMノードを備えた2ファイバBLSR テクションパスを説明する図 (その2) である。

[図45] OADMノードを備えた2ファイバBLSR ネットワークの光ケーブル斯線時の構成を説明する図で ネットワークの正常時の構成を説明する図である。

[図46] 4ファイバBLSRのOADMノードの構成 を示す図である。

[図41] OADMノードを備えた4ファイバBLSR ネットワークの正常時の构成を説明する図である,

[図48] OADMノードを備えた4ファイバBLSR ネットワークの光ケーブル断線時の構成を説明する図で [図49] OADMノードを備えた4ファイバBLSR ネットワークのノード障害・光ケーブル斯線時の構成を 説明する図である。 【図50】 1つのファイパで両方向伝送を行うシステム [図51] 2ファイバBLSRネットワークに双方向の A DMノードを適用した場合のプロテクションパスを脱 における2ファイバBLSRのノード構成である。

明する図 (その1) である。

[図52] 2ファイパBLSRネットワークに双方向O 【図30】OADM装置を含むOADMシステムのシス

第平11-289296			[1図]		AOTF É用Vた OADM 牧 道の 老本が原理を示す	1	フォトダイオード (PD)	トラッキング回路	ZE sum <u>s</u>	ts ts	\$ \$1 \$ \$1 \$ \$1 \$ \$1 \$ \$1 \$ \$1 \$ \$1 \$ \$	ı	<b>元</b>		光スイッチ		19 1×2×77	18, 420, 421, 4	9, 434, 435, 44	, 449, 450, 45	-12 -12 -19 -19		gr gr		44 OADM装置	dinog	5.2 OADM装置	w 37	5 5 BD-WDM#		467 2×1カプラ	ゲートスイッチ	光アンプ		
	26	135 外部変開器	138 合政器	141 RF信号発振器	144、184 光受信器	183 10:1光カプラ	185, 198 7# h	186,203 トラッキ	193 OADM装置制御CPU	204 1×4光スイッチ	) 240 発振回路	241 周波数カウンタ	242 駆動回路	340, 361 光スイ:	341, 350, 360, 371	362、370 光カプラ	410, 414, 415, 4	411, 413, 416, 4	26, 427, 428, 42	1,442,445,446,	3、454 光ル	412、417 OADM装置	422, 425, 430, 4	クションスイッチ	423, 431, 443, 4	(現用)	424, 432, 451, 4	(予備)	440, 447, 448, 4	77	30 460, 461, 466, 4	462~465 4-1	470-1~470-4	471 再生器	
(53)	92	ADMノードを適用した場合のプロテクションパスを説	明する図 (その2) である。	【図53】双方向OADMノードを備えた2ファイバB	LSRネットワークの正常時の構成を説明する図であ		「図54】双方向OADMノードを備えた2ファイバB	LSRネットワークの光ケーブル断線時の構成を説明す	る図である。	[図55] 光1+1プロテクションスイッチの構成例を	示した図である。 10	[図56] 光伝送路において、再生器をどのように挿入	するかに関する考え方を説明する図である。	[図51] 光スイッチを用いた光ADM (OADM) 装	頃の構成の一例を示した図である。	【符号の説明】	10, 13, 14, 31, 32, 42, 43, 140,	143, 180, 182, 196, 200 AOT	ĹŦ.	11, 12 8×1177	2 1	137 光アンプ	5 0	17 电気ADM	18 8×8 <i>h</i> 77	19、139 レーザダイオード	33, 35, 36, 41, 44, 46, 47, 142,	181, 190, 191, 194, 195, 199, 2	0.1 光カプラ	37、48、49 故長選択フィルタ (AOTF)	63 1×2×1×7	130, 202 レーザベンク	131 分配器	132 チューナブルフィルタ	133 192 (米) スペクトルモニタ

TTOA

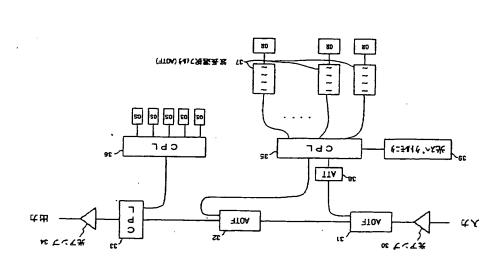
**特開平11-289296** 

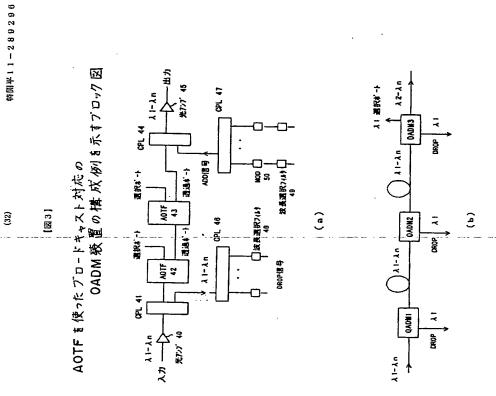
(30)

[図14]

OADM 装置にかけるドロップ用AOTF の 制御な法も説明する図(1の1)

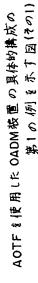
構成する場合の基本的構成例のプロック図 寒 際のAOTF を使用しt OADM 装置を





用平11-289296

(33)



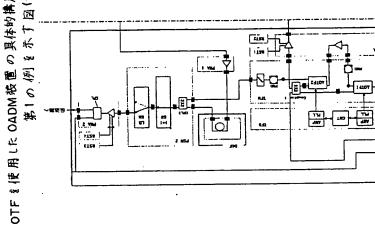
OADM卷置内のAOTF BU 伝送路の 冗長構成も示す原理図

[図4]

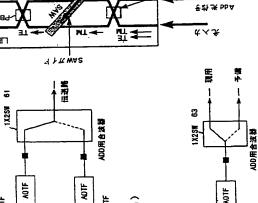
現用のAOTF

1X2SW 60

AOTF



[図21] AOTFの構成 1 不才図 ₹an Xoond ¥ ¥ r:!npo 1 / # WAS



(a)

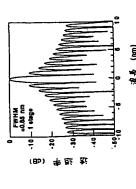
† ∰ O AOTF

AOTF

| 2000

(P) 1XZ5W 02

図21の AOTFの透過特性を示い6回 [図22]



多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

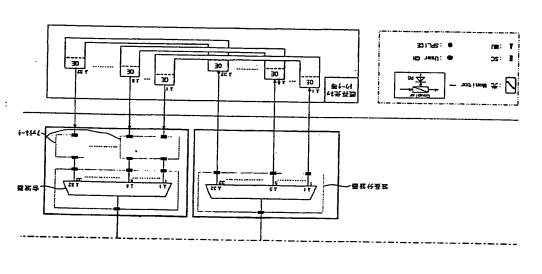
特別平11-289296

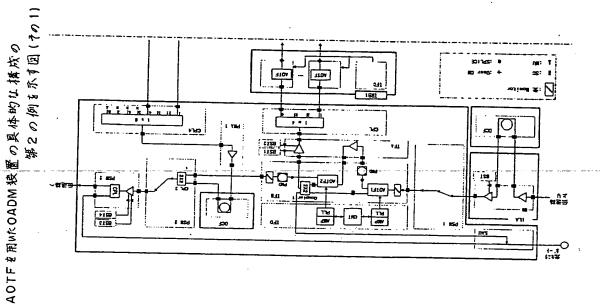
(36)

[図]

[图图]

AOTFを使用UKOADM装置の具体的構成の 第1の 例を示す図 (102)





(38)

AOTFを使水OADM装置の具体的構成の第3の例を示す図 (104)

[6図]

Ę, 51 ~(9 代版5 開発MA6 され(4)

第2の例を示す図 (302)

Transponder with A conv Ed

ZXI

1 a 8 Coupler

AOTFをAVEOADM装置の具体的な構成の

[⊠8]

(37)

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

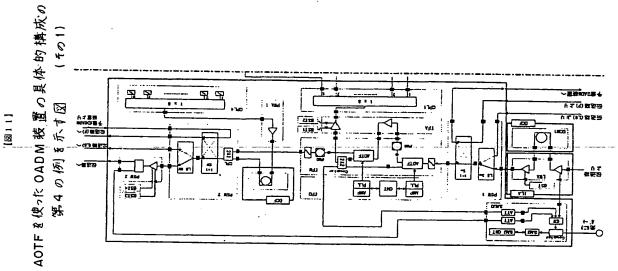
(a) swnc

いえ(1) 教育法

特別平11-289296

(40)

AOTEを使水OADM装置の具体的構成の第3の例も示す図(その5)



[图13]

器驅変暗代 132

用平11-289296

(<u>4</u>

AOTFを使ったOADM校置の具体的構成の

[図12]

第4の例を示す図

(402)

(D.正成 Þ) 玉度春 (RY) ------ (GY) **景高東** ------ (11.11.1) 基室各向土坦亚。 1158 110A 410A 37.0A 78 AN 310A Tu dev

**西县宏本基** 

היד# מבו

:

131

υY

εY

7 Y J

136 4. 44 1—4.

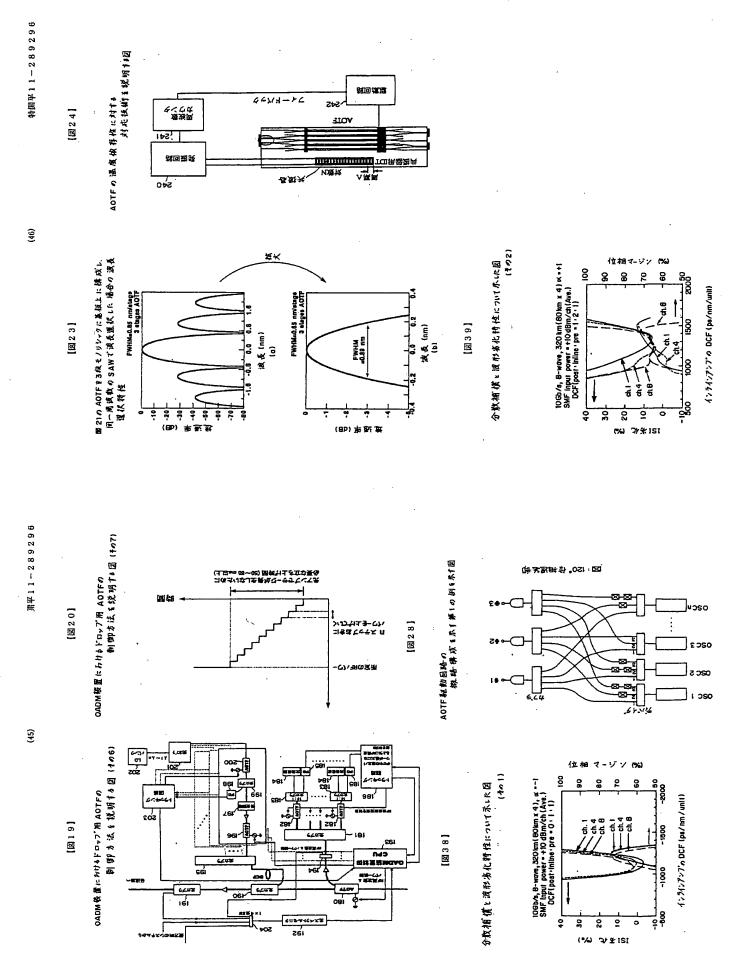
多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

និន

180.01 180.01 180.01 7.081

<u>=</u>

四120°化相阻此和



多機能印刷 Fine Print 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

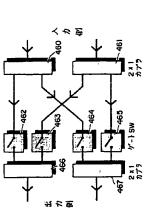
[図35]

分散補償tokwの構成の裏形例14水に図(4の2)

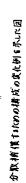
男手動替造代

光1+1プロテクションスイッチの構成例を示した図

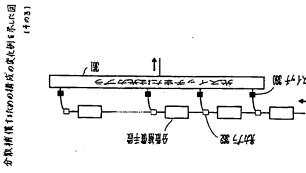
[図55]

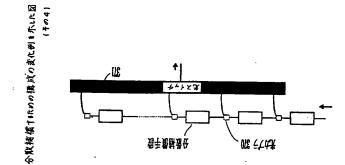


[国37]



[図36]





**(**9) 位相マージンが70%以上である場合の. か数トッタンスもボレド図 スパン (Km)

インラインアンプのDCF (pa/nm/km)

OVDW 经 & tiS

{0}

[24 1]

WEST

2 7r4パ BLSRのOADM/-ドの株成 4 水に

215

814

TSA3

インラインアンフ・のDCF (ps/nm/km)

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/

TSBW

015

T2A3

[图48]

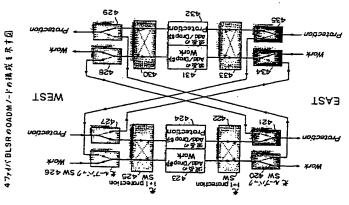
光ケ-ブル断 称時の構成の提成の10回 OADM ノ-ド g 構えた 4 ファイバ BLSR キットワークの

[図47]

[X 4 6]

OADM/-F & 構えた47-4/KBLSRのネットワーの /-F 障害・だケーブルが保持の構成を提供も図

[國49]



開平11-289296

(22)

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

6-71'C-4.5

4,44 MOM -08

(학호: 110W (중 q01G \bbA. 동44)

4.C

**梅開平11-289296** 

(09)

[图57]

光スイッチも用いた光ADM (OADM)接質の 器変化合 モビトス光 (BranchB) 構成の一例々示した図 ¥ Ψ Υ Y 1-Y " Xina XUMO MGAO

-		(72) 発明者 中沢 忠雄 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士道株式会社内(72) 発明者 近间 輝英 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 18十 宮土道株式会社内
	ir.	
フロントページの破み	)Int. Cl. <b>。</b> M O 4 J 14/02	能明者 大塚 和忠 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士海株式会社内 8例者 甲斐 雄高 神谷川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
フロントペ	(61) Int. Cl. • H 0 4 J	(72) 発明者 (72) 発明者

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/